

Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen

und

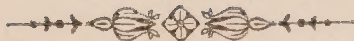
vergleichende Beobachtungen

über das

Bindegewebe und die verwandten Gebilde

von

C. B. Reichert,
Professor in Dorpat.



Dorpat,
Verlag von W. Gläser.

1845.

Der Druck ist unter der Bedingung gestattet, dass nach Beendigung desselben die gesetzliche Anzahl der Exemplare an die Censur-Comität abgeliefert werde.

Dorpat, den 21. Mai 1845.

Censor Michael v. Rosberg.

Dem

Königlich Preussischen medicinisch - chirurgischen

Friedrich-Wilhelms-Institut

zum 2. August 1845,

dem fünfzigsten Jahrestage seines segensreichen Wirkens,

in dankbarster Erinnerung gewidmet

von

seinem ehemaligen Zöglinge.

Die letzte Aufgabe aller Naturwissenschaften ist die Schöpfungsgeschichte. Dürfen wir auch nie hoffen, sie zu erreichen, oder auch nur ihr bedeutend nahe zu treten, so muss sie uns doch als ein letztes Ziel vorschweben, wie der Polarstern den Seemann leitet, ohne dass dieser ihn jemals erreichen könnte. Er weiset ihm dennoch den Weg. So ist der Naturforscher ein rückwärtsgekehrter Prophet.

K. E. v. Baer.

Inhalt.

I.

Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen.

Meine vergleichenden Untersuchungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde haben mich zur genaueren Würdigung einer Forschungsweise in der Histologie geführt, welche bisher gerade hier, wo sie sich unter den einfachsten Bedingungsverhältnissen bewegt, weniger berücksichtigt worden. Da diese sogenannte vergleichende Naturforschung mit der wesentlichsten Eigenthümlichkeit der organischen Körper in dem nothwendigsten Zusammenhange steht und gleichwohl selbst in den Wissenschaften, in welchen sie bisher ausschliesslich die Thatsachen herbeischaffte, diese Beziehung nicht immer genügend beachtete; so erlaube ich mir durch einige Bemerkungen darauf hinzuweisen, und das Verhältniss dieser Forschung zu den organischen Wissenschaften überhaupt und namentlich zur Histologie, so weit möglich, näher zu bezeichnen.

Jene wesentlichste Eigenthümlichkeit der organischen Körper, welche die Auffassung und Beurtheilung sämmtlicher Erscheinungen an ihnen nothwendig bedingt, und auch das Fundament bildet, auf dem die vergleichende Naturforschung

sich bewegt, besteht darin, dass *die organischen Körper als genetische Zustände einer eigenen, und mit dieser und durch dieselbe als Zustände einer allgemeinen Entwickelungsreihe in der gesammten organischen Schöpfung angesehen werden müssen.*

Die Entwickelung ist nicht allein die durchgreifendste Eigenschaft der organischen Körper, sie ist zugleich auch diejenige, welche in der unorganischen Natur kein Analogon vorfindet. Selbst die Bildung des Krystalls offenbart keine Erscheinung, welche mit Entwickelungsphänomenen vergleichbar wäre. Der Krystall im Gegentheil liegt in seiner ganzen Wesenheit auf ein Mal gebildet und abgeschlossen vor uns. Er kann sich vergrössern und sogar innerhalb der Grenzen seines Krystallsystems Abänderungen erleiden; doch der kleinste Krystall hat dasselbe Maass der Winkel, wie der grösste, und die sonstigen Veränderungen, welchen er, von der Grösse abgesehen, unterliegen kann, haben Nichts mit Entwickelungserscheinungen gemein. Wie bei allen Veränderungen der unorganischen Körper äussere Bedingungen einen *wesentlich* nothwendigen Faktor des Produkts, der vorliegenden Veränderung selbst, ausmachen, so auch bei der Bildung des Krystalls die Temperatur-Veränderung, chemische, physikalische, mechanische äussere Einflüsse. Nur die organischen Körper entwickeln sich, und stellen sich so der Beobachtung als Entwickelungszustände nicht allein für sich, sondern auch unter einander in einer Gesammtheit dar.

In wie fern nun diese wesentlichste Eigenthümlichkeit in der gesammten organischen Schöpfung ausgeprägt sei, wie ferner dieselbe in unmittelbarstem Zusammenhange mit der vergleichenden Naturforschung stehe, und auf welche Weise die letztere diesem Konnex möglichst entsprechend ihre Aufgabe zu lösen habe; das wird sich am besten übersehen

und beantworten lassen, wenn wir zuvor mit Rücksicht auf die bezeichneten Fragen eine Analyse der Zustände und Erscheinungen einer Entwickelungsreihe unternehmen, welche während der Genesis der einzelnen organischen Körper unmittelbar vor unseren Augen entfaltet wird. Bei dieser Untersuchung abstrahiren wir zunächst von den Beziehungen, welche die organischen Körper mit ihrer eigenen Entwickelung zu der gesammten organischen Schöpfung offenbaren.

Jeder organische Körper entwickelt sich. Während der Entwickelung sehen wir den befruchteten Keim unter gleichbleibenden äusseren Bedingungen fortdauernd sich verändern, und schliesslich in den entwickelten organischen Körper sich verwandeln. Es sind demgemäss während dieses Processes eine grössere oder geringere Anzahl verschiedener Zustände eines organischen Körpers gegeben, die in einer bestimmten Reihenfolge liegen, von dem befruchteten Keime an bis zu dem entwickelten organischen Körper, und die insgesammt die Entwickelungsreihe formiren. Die Entwickelung des organischen Körpers erfolgt unter nothwendigen äusseren Bedingungen (Luft, Wärme etc.). Diese Bedingungen bleiben aber während des Fortganges der Entwickelung stets dieselben und können also keine wesentlich bedingenden Momente und zureichenden Ursachen der Entwickelungs**veränderungen** abgeben. Daher dürfen die wesentlichen Bedingungen nur in dem sich entwickelnden Körper selbst, oder in den genetischen Zuständen der vorliegenden Entwickelungsreihe unter einander gesucht werden. Welchen Zustand man ferner aus der Entwickelungsreihe herausnehmen mag, es bleibt die nothwendige Forderung, dass derselbe zunächst bedingt sei durch den vorangegangenen Zustand des sich entwickelnden Körpers und die Bedingungen zu dem darauf folgenden enthalte, da die Aufeinanderfolge der gene-

tischen Zustände eine bestimmte und nothwendige ist. Desgleichen involvirt der Keim und jeder frühere genetische Zustand die Bedingungen zu allen den folgenden Entwickelungsveränderungen, und andererseits ist der entwickelte organische Körper, das Endglied der Entwickelungsreihe, so wie jeder spätere genetische Zustand bedingt durch die Summe der vorhergegangenen Zustände. In der Entwickelung liegt also eine bestimmte Reihe von Bedingungsverhältnissen in näherem und entfernterem Verbande vor, und die genetischen Zustände bilden die wesentlichen Glieder dieser Bedingungsreihe, auf welche äussere Faktoren keinen wesentlichen Einfluss ausüben; ein jeder Entwickelungszustand ist wesentlich bedingt nur in der Bedingungsreihe der Entwickelungsveränderungen.

Wie sich nun in einer bestimmten Entwickelungsreihe die Kette der aufeinanderfolgenden Bedingungsverhältnisse gestalte; das bleibt Gegenstand der speziellen Beobachtung. Dagegen lassen sich nothwendige und allgemein gültige Beziehungen für eine jede Entwickelungsreihe genetischer Bedingungsverhältnisse deduciren.

Die Zustände oder Glieder einer Entwickelungsreihe sind, was zunächst auffällt, von einander verschieden, sie differiren. Da nun alle Zustände in einer fortlaufenden Reihe von Bedingungsverhältnissen liegen, so folgt hieraus, dass in den Gliedern einer genetischen Kette unter allen Umständen eine von Anfang bis zu Ende fortlaufende Steigerung des Differirens oder Verschiedenseins der genetischen Zustände unter einander gegeben sei. Der grösste Unterschied liegt zwischen den Endgliedern der genetischen Bedingungsreihe, der kleinste zwischen den Gliedern eines nächsten Bedingungsverhältnisses. In allen Gliedern einer genetischen Entwickelungsreihe ist ferner eine Beziehung mit Rücksicht

auf diese Steigerung der Unterschiede der genetischen Zustände unter einander vorhanden, und in einem bestimmten Bedingungsverhältnisse geht dieselbe von dem Gliede aus, welches dem entwickelten Zustande zunächst gestellt ist.

Das Differiren der Glieder eines Bedingungsverhältnisses kann aber nur bestehen und eine nothwendige Beziehung abgeben, insofern gleichzeitige übereinstimmende oder hier passender gleichartige Bedingungselemente sich geltend machen. Daher ist unter den Gliedern einer genetischen Bedingungsreihe mit der Beziehung in der Steigerung der Unterschiede unter einander gleichzeitig die Beziehung hinsichtlich der Veränderungen in der Uebereinstimmung und Gleichartigkeit der genetischen Zustände unter sich gegeben. Da die Steigerung des Verschiedenseins von dem Keime anhebt, und nach dem anderen Endgliede der Entwickelungsreihe, nach dem entwickelten organischen Körper, allmählig fortgeht, so muss zunächst die Beziehung hinsichtlich der Uebereinstimmung in einem jeden Bedingungsverhältnisse von dem Gliede ausgehen, welches dem Keime näher steht, und in dem Anfangsgliede der genetischen Reihe dasjenige enthalten sein, was allen Gliedern gemeinschaftlich zukommt. Ferner muss die Beziehung hinsichtlich der Gleichartigkeit der genetischen Zustände unter einander von dem ersten nach dem letzten Gliede der Entwicklungsreihe fortdauernd in Abnahme sich befinden. Endlich wird die Gleichartigkeit der Zustände zwischen den Gliedern eines nächsten Bedingungsverhältnisses am grössten sein, und zwischen entfernteren Gliedern in dem Grade geringer werden, als dieselben in der Entwickelungsreihe auseinanderliegen.

Eine Entwickelungsreihe gestaltet sich demnach zu einer Differenzirungsreihe, in welcher eine fortlaufende Steigerung des Verschiedenseins der Glieder und eine entsprechende

Abnahme des Uebereinstimmenden und Gleichartigen von Anfang bis zu Ende Statt hat. Die Differenzirungsglieder, die Entwickelungs-Zustände, offenbaren daher stets eine zwiefache Beziehung: die eine hinsichtlich des Verschiedenseins, die andere mit Rücksicht auf die Gleichartigkeit unter einander, und stellen also Verschiedenheiten auf übereinstimmenden und gleichartigen Grundlagen in einer *für sich abgeschlossenen* Differenzirungsreihe dar. Auf diesen letzteren Punkt hat man noch besonders zu achten. Denn Differenzirungsreihen mit den erwähnten Beziehungen können auch in der unorganischen Natur vorkommen; jedoch mit der Eigenthümlichkeit, welche überhaupt die Veränderungen an den unorganischen Körpern nothwendig begleiten, indem stets auch ein *äusseres Moment in den Fortgang der Differenzirungen bedingend* eingreift. In der genetischen Differenzirungsreihe dagegen sind die äusseren Bedingungen nur accidentell nothwendig und nicht wesentlich den Verlauf der Differenzirung bestimmend; die Bedingungsreihe ist hier in sich abgeschlossen, und die bedingenden Momente eines Bedingungsverhältnisses nach den bezeichneten Beziehungen hin in der Wechselwirkung der Entwickelungs-Zustände unter einander zu suchen.

Bei der bisherigen Untersuchung der wesentlichen Eigenschaften der Entwickelungsreihe eines organichen Körpers wurde ein Umstand unberührt gelassen. Wir sehen nämlich in den meisten Fällen den Keim eines organischen Körpers unmittelbar in die genetischen Zustände übergehen und in das ausgebildete Individuum sich verwandeln. Die Differenzirung wird also an einem und demselben materiellen Substrate ausgeführt. Es liegt nahe, mit diesem Umstande die Vorstellung zu verbinden, als ob die Ausführung einer genetischen Reihe nothwendig an einem und demselben materiellen

Substrate vor sich gehen müsse. Wäre dieses der Fall, so würde man gezwungen, aus diesem Umstande eine nothwendige und wesentliche Eigenschaft der genetischen Entwickelungsreihe herzuleiten. Inzwischen liefert die Natur uns Beispiele einer Entwickelung organischer Körper, die nicht an ein und dasselbe materielle Substrat gebunden ist. *Steenstrup* hat diese kostbare Entdeckung von dem Generationswechsel bei niederen Thieren und Pflanzen gemacht. Es ist bekanntlich keine seltene Erscheinung, dass organische Körper auf einer bestimmten Entwickelungsstufe als frei lebende Individuen (Larven, Puppen etc.) den Fortgang der genetischen Differenzirung auf einige Zeit aufhalten und denselben erst später, jedoch unmittelbar an dem vorhandenen materiellen Substrate der Larve etc. fortsetzen und vollenden. In dem Generationswechsel liegt das merkwürdige Beispiel vor, dass organische Körper die genetische Differenzirung mittelbar, durch eingelegte Generationen unterbrochen, ausführen. Es zeigen sich hier während der Entwickelung frei lebende Entwickelungszustände, wie Larven, von *Steenstrup* „Ammen" genannt. Dieselben halten aber nicht blos den Fortgang der genetischen Differenzirung auf, sondern sie erzeugen mehrere neue keimartige Substrate, theils durch Theilung (Medusa aurita), theils durch Knospenbildung (Coryne fritillaria, Pflanzen) theils durch Entwickelung eierartiger Bestandtheile (Distoma pacifica), und veranlassen so zunächst eine neue Generation, welche nun entweder unmittelbar oder erst nach Erzeugung neuer Generationen die Entwickelungsreihe beschliessen. Es liegen also hier in einer allgemeinen Entwickelungsreihe noch besondere eingeschaltet; es ist eine allgemeine Kette genetischer Bedingungsverhältnisse gegeben, und in derselben noch eine oder mehrere besondere.

Für das Verständniss des Wesens einer genetischen Entwickelungsreihe, so wie namentlich auch für die Einsicht in die Entwickelungsreihe der gesammten organischen Schöpfung, ist der Generationswechsel von der äussersten Wichtigkeit. Der Generationswechsel giebt uns ein offenkundiges Beispiel von einer allgemeinen Entwickelungsreihe mit eingeschalteten besonderen; er beweiset, dass das Wesen einer genetischen Entwickelungsreihe nicht an einem und demselben materiellen Substrate für alle genetischen Zustände haftet; er zeigt endlich, dass die Art und Weise, wie die Differenzirung von den Gliedern einer Entwickelungsreihe ausgeführt werde, wechseln könne, wenn sie nur im Sinne des allgemeinen Entwickelungsplanes vor sich gehe, und die Entwickelungszustände nach ihren differenten und gleichartigen Beziehungen als bedingte Glieder dieses allgemeinen Entwickelungsplanes dastehen.

Die genetische Reihe der Zustände der einzelnen sich entwickelnden organischen Körper hat allerdings noch eine Eigenthümlichkeit, durch welche der Charakter derselben gegenüber der Entwickelungsreihe der organischen Körper unter einander in der gesammten organischen Schöpfung bestimmt wird. Diese Eigenthümlichkeit bezieht sich auf das Verhältniss der Abhängigkeit der Glieder einer Entwickelungsreihe unter einander nach Beziehungen, welche die allgemeinste und wesentlichste Eigenschaft einer genetischen Entwickelungsreihe als Differenzirungsreihe zwar modifiziren und ihren Charakter näher bestimmen, sonst aber nicht weiter turbiren oder verändern. Es würden sich diese Modificationen in der Ausprägung von Entwickelungsreihen am klarsten bei dem späteren Vergleiche der vorliegenden genetischen Entwickelungsreihen, deren Glieder hinsichtlich der materiellen Substrate von einander abhängen, mit der Entwickelungsreihe in der gesammten organischen Schöpfung herausstellen.

Für den Zweck unserer Untersuchungen halten wir vorläufig daran fest, dass die allgemeinste Eigenschaft einer Entwickelungsreihe die ist, dass sie eine in sich abgeschlossene Differenzirungsreihe darstelle, in welcher jedes Glied, jeder Entwickelungszustand nach differenten und gleichartigen Bezeichnungen hin in bestimmter Reihenfolge bedingt dastehe. Daher die Auffassung, Beurtheilung und Bestimmung eines jeden Entwickelungszustandes, auch des ausgebildeten organischen Körpers, nach den genannten Beziehungen hin nur in dem Bereiche seiner Differenzirungsreihe, d. h. im Sinne des genetischen Zusammenhanges sicher ermöglicht ist.

Es leuchtet ein, dass mit den organischen Körpern und ihren Entwickelungsstufen auch alle Erscheinungen und Energien an ihnen, wie man sie auch nennen und aus ihrem gemeinschaftlichen Verbande der leichteren Untersuchung wegen sondern mag, als Entwickelungszustände anzusehen und demgemäss nur im Sinne des genetischen Zusammenhanges aufzufassen und zu bestimmen sind. So wichtig und nothwendig auch diese Forderung erscheint, so muss man sich gleich wohl leider gestehen, dass es nicht allein sehr schwierig ist, derselben zu genügen, sondern dass man sogar ihre wichtige Bedeutung für die organischen Wissenschaften nicht immer anerkennt oder doch nicht gehörig würdigt. Wir suchen zwar die Gleichartigkeiten und Differenzen zwischen den verschiedenen Zuständen auf, aber wir vergessen dabei gar zu leicht, dass dieselben nur im Sinne des genetischen Zusammenhanges bestehen. Die morphologischen Verhältnisse sind bis jetzt fast die einzigen, welche bei der Entwickelung der organischen Körper aus erklärlichen Gründen jener Forderung einigermaassen entsprechend bearbeitet worden sind. *v. Bär* ist der erste gewesen, welcher die Idee der typischen

Entwickelung auffasste und hiermit zugleich aussprach, dass die Entwickelungszustände hinsichtlich ihrer morphologischen Verhältnisse nur Mannigfaltigkeiten auf gleichartigen Grundlagen darstellen. Es fehlt allerdings noch vieles, dass wir auch nur an einem einzigen organischen Körper die morphologische Differenzirungsreihe nach ihren wesentlichen Beziehungen hin zu übersehen im Stande wären. Dennoch ist durch die Idee der typischen Entwickelung der wichtigste Gesichtspunkt der morphologisch-genetischen Betrachtungsweise bezeichnet und es kann daher dieselbe zum Maasstab und zugleich zum Anhaltspunkt für eine entsprechende Auffassung der anderen Verhältnisse an den Organismen dienen.

Die Wissenschaft, welche es sich zur Aufgabe macht, die organischen Körper als Zustände der eigenen Entwickelung aus dem Keime zu betrachten, steht auf einem Fundamente, welches in den wesentlichen Verhältnissen mit demjenigen übereinstimmt, welches am Eingange der Untersuchungen auch für die vergleichende Naturwissenschaft angegeben wurde. Die Resultate aus der Analyse dieser Verhältnisse sollen uns daher zur Richtschnur der Auffassung und Beurtheilung derjenigen dienen, unter welchen sich die vergleichende Naturforschung bewegt und demgemäss ihre Aufgabe zu lösen hat. Gleichwohl ist das Fundament der vergleichenden Naturforschung ein allgemeineres; denn es bezieht sich auf eine Entwickelungsreihe, welche alle organischen Körper mit ihren eigenen Entwickelungsreihen unter einander formiren.

Eine allgemeine Entwickelungsreihe der organischen Körper unter einander in der gesammten organischen Schöpfung wird wohl allseitig anerkannt. Dennoch möchte es hier passend sein, diejenigen Erscheinungen nachzuweisen, durch welche sich dieselbe nach ihren wesentlichen Eigenschaften auch wirklich in der gesammten organischen Schöpfung aus-

spricht. Die wesentlichen Eigenschaften einer Entwickelungsreihe bestehen darin, dass ihre Zustände oder Glieder, aus inneren Bedingungen, in einer bestimmten und nothwendigen Reihenfolge, Verschiedenheiten und Mannigfaltigkeiten auf übereinstimmenden und gleichartigen Grundlagen darstellen, und dass dieselben daher eine in sich abgeschlossene Differenzirungsreihe bilden, in welcher eine Steigerung des Verschiedenseins der Zustände unter einander und eine entsprechende Abnahme der Gleichartigkeiten derselben Statt hat. In der gesammten organischen Schöpfung liegen nun zahlreiche Zustände vor, repräsentirt durch die einzelnen Organismen. Die einzelnen Organismen dokumentiren sich zunächst, insofern sie Gesammtheiten einer sich selbst fortpflanzenden Species darstellen, als Verschiedenheiten unter einander, welche unabhängig von äusseren bedingenden Einflüssen auftreten. Die Verschiedenheiten der einzelnen sich selbst fortpflanzenden Species unter einander sind aber grösser und geringer und nöthigen uns, die organischen Körper, mit Rücksicht auf ihr Verschiedensein unter einander, in eine bestimmte und nothwendige Reihe zu stellen. Von denjenigen Fällen, in welchen diesem Unternehmen noch Schwierigkeiten entgegenstehen oder Abänderungen in der Art nothwendig werden, als vielleicht mehrere Species eine Stufe der Reihe passender einnehmen möchten, können wir hier vorläufig abstrahiren, da im Allgemeinen das Faktum nicht bezweifelt werden kann. Die organischen Körper offenbaren also eine Steigerung hinsichtlich ihres Verschiedenseins unter einander, und diese Steigerung hat ihren unabhängigen Fortgang von äusseren Bedingungen.

Das Verschiedensein der organischen Körper unter einander besteht ferner bei einer allgemeinsten Uebereinstimmung und Gleichartigkeit zwischen Pflanzen und Thieren, be-

gründet durch die elementare Zelle; ja es bestehen unter den mannigfachsten Verschiedenheiten der organischen Körper unter einander in enger gezogenen und weiteren Kreisen entsprechende Uebereinstimmungen in Betreff der Gewebe, der Organe und Systeme, der chemischen Zustände, der vitalen Energien etc.; und auch diese Erscheinungen haben ihren Bestand nur in den Verhältnissen der organischen Körper unter einander und sind durch äussere Bedingungen nicht wesentlich und nothwendig bedingt. Sämmtliche organische Körper stellen demnach unter einander verschiedene und mannigfaltige Zustände auf übereinstimmenden und gleichartigen Grundlagen in einer bestimmten Aufeinanderfolge vor; sie bilden gemeinschaftlich eine Differenzirungsreihe, in welcher, unabhängig von äusseren Bedingungen, eine Steigerung in dem Verschiedensein und eine entsprechende Abnahme des Gleichartigen unter einander stattfindet. Die wesentlichsten Erscheinungen einer Entwickelungsreihe sind also in der gesammten organischen Schöpfung unzweifelhaft vorhanden, und dennoch sind dieselben offenbar in einer ganz anderen Weise ausgeprägt, als in der Entwickelungsreihe der genetischen Zustände eines einzelnen organischen Körpers.

Klar und deutlich tritt dieser Unterschied hervor, wenn man die Entwickelungsreihe der organischen Körper in der gesammten Schöpfung mit jener vergleicht, welche in dem Generationswechsel vorliegt. In beiden Fällen sind uns allgemeine Entwickelungsreihen gegeben, welche noch besondere eingeschaltet enthalten. In dem Generationswechsel treten jedoch nur einzelne Entwickelungszustände als besondere Entwickelungsreihen auf; die Entwickelungsreihe in der gesammten organischen Schöpfung wird dagegen aus Zuständen formirt, die alle besondere Entwickelungsreihen haben. Inzwischen ist hierin nicht der wesentliche Unterschied in

dem Charakter der beiden Entwickelungsreihen gegeben. Das Eigenthümliche im Generationswechsel besteht vielmehr darin, dass diese besonderen Entwikelungsreihen mit ihrem materiellen Substrate, an welchem sie die Differenzirung im Sinne der allgemeinen Entwickelungsreihe ausführen, in nothwendige Abhängigkeit gesetzt sind von dem materiellen Substrate des nächstzuvorgehenden Gliedes der allgemeinen Entwickelungsreihe („Amme“ St.). Die materiellen Substrate der Larven der Meduse, welche unmittelbar in das entwickelte Thier sich verwandeln, ferner der Knospen der Coryne und der eierartigen Keime des Distoma, die auf gleiche Weise in das ausgebildete Thier allmählig übergehen, sind in ihrem Entstehen und Auftreten abhängig von dem materiellen Substrate der unmittelbar vorangehenden Entwickelungszustände der allgemeinen, selbstständigen Entwickelungsreihen der bezeichneten organischen Körper.

Mit dieser Abhängigkeit der Glieder hinsichtlich ihrer materiellen Substrate ist gleichzeitig jener eigenthümliche Charakter der allgemeinen Entwickelungsreihe im Generationswechsel verbunden, durch welchen die Entwickelungsreihen aller einzelnen organischen Körper für sich ausgezeichnet sind, mögen sie unmittelbar an einem einzigen oder mittelbar an mehreren Keimen die ganze Differenzirung zum entwickelten Zustande durchmachen. Dieser eigenthümliche Charakter spricht sich darin aus, dass die Glieder dieser, wenn ich sagen darf, einfachen genetischen Entwickelungsreihe in *kontinuirlicher* Reihenfolge die Differenzirung ausführen. Die in dem Generationswechsel auftretenden besonderen Entwickelungsreihen stellen nur Glieder eines allgemeinen *kontinuirlich* fortlaufenden Differenzirungsplanes vor; sie verwandeln sich durch ihre Differenzirung nicht in die Ammen, von welchen sie mit ihrem Substrate abhängig sind,

sondern stets in einen Zustand von mehr differenzirter Form der allgemeinen genetischen Entwickelungsreihe. Der Charakter der Entwickelungsreihe im Generationswechsel, durch welchen die Erzeugung einer grösseren Anzahl von Individuen einer Species ermöglicht ist, stimmt daher im Wesentlichen mit demjenigen überein, welcher in der genetischen Entwickelung höherer Organismen ausgesprochen ist, bei denen aus dem Keim nur ein Individuum hervorgeht, wenn nicht etwa pathologisch durch Theilung des Keims die Erzeugung mehrerer Individuen nach Art des Generationswechsels veranlasst wird.

Es liegt zu Tage, dass die Glieder einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe, deren materielle Substrate von einander nothwendig abhängen, eine Reihe so innig zusammenhängender Bedingungsverhältnisse bilden, dass alle Behaftungen der Glieder, in welcher Art sie auch begründet wären, sich geltend machen können. Nun geht die Entwickelung eines organischen Körpers zwar im Wesentlichen unabhängig von äusseren Bedingungen vor sich. Gleichwohl influiren auf die Entwickelung und genetische Differenzirung eines organischen Körpers accidentell auch äussere Bedingungen, wie oben angeführt wurde. Dieselben können schon an dem Keim, selbst durch Vermittelung des Mutterstammes, und fernerhin an den Gliedern der Entwickelungsreihe früher oder später Veränderungen hervorrufen, durch welche die materiellen Substrate derselben besondere und eigenthümliche Behaftungen erhalten können, die nicht in den Plan der wesentlichen Differenzirungsreihe gehören. Dessen unerachtet werden diese eigenthümlichen Behaftungen eines Entwickelungsgliedes, selbst wenn sie ganz pathologischer Natur wären, bei der Abhängigkeit der materiellen Substrate der Glieder einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe, ihren Einfluss auf die

nachfolgenden Entwickelungszustände äussern. Es können daher in einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe neben den Erscheinungen, welche sich auf die *wesentliche* Differenzirungsreihe beziehen, noch *andere,* die von *äusseren* Bedingungen ursprünglich abhängen, verwirklicht sein und werden. Da die Abhängigkeit der Glieder einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe, hinsichtlich der materiellen Substrate mit den eigenthümlichen Behaftungen an denselben, am meisten da Statt haben muss, wo die Differenzirung an einem und demselben Substrate ausgeführt wird, so darf man voraussetzen, dass beim Generationswechsel, bei welchem diese Substrate, unerachtet der Abhängigkeit von einander, gleichwohl einem Wechsel unterliegen, solche individuellen Behaftungen der Glieder weniger sicher fortgepflanzt werden. In der That liefern die Pflanzen, bei welchen der Generationswechsel im weitesten Sinne ausgeprägt ist, zahlreiche Belege hierzu.

In der gesammten organischen Schöpfung sind nun die Glieder der allgemeinen Entwickelungsreihe sämmtlich durch besondere Entwickelungsreihen repräsentirt. Diese besonderen Entwickelungsreihen führen aber *nicht kontinuirlich* im Sinne des allgemeinen Entwickelungsplanes ihre Differenzirung aus; sie sind hinsichtlich ihrer materiellen Substrate *nicht* abhängig von einem Gliede der allgemeinen Entwickelungsreihe von weniger differenzirtem Zustande, und bedingen desgleichen *nicht* durch ihre Differenzirung das Auftreten eines organischen Körpers von mehr differenzirter Form der allgemeinen Entwickelungsreihe. Die einzelnen besonderen Entwickelungsreihen sind vielmehr hinsichtlich ihrer materiellen Substrate durchaus unabhängig von einander gestellt. Die organischen Körper besitzen als Spezies nur eigene Fortpflanzungsfähigkeit, und die einzelnen Entwickelungsreihen

in der allgemeinen Schöpfungsreihe sind daher mit ihrem materiellem Substrate nur abhängig von einem Gliede der allgemeinen Entwickelungsreihe, zu welchem sie sich auch durch ihre Differenzirung wiederum verwandeln.

Der Unterschied der Entwickelungsreihe in der gesammten organischen Schöpfung von einer sogenannten kontinuirlichen überhaupt, und namentlich von jener des Generationswechsels, ist demgemäss der wesentlichen Erscheinung nach darin gegeben, dass die Glieder der Kette hinsichtlich der materiellen Substrate, an welchen die Differenzirung im Sinne des allgemeinen Planes ausgeführt wird, selbstständig dastehen, und also nicht eine kontinuirlich von Glied zu Glied fortlaufende, sondern eine unterbrochene Differenzirungsreihe darstellen. Es liegt hier die Frage nahe, ob unter den bezeichneten Verhältnissen, bei Unabhängigkeit der Glieder einer Entwickelungsreihe unter einander hinsichtlich ihrer materiellen Substrate, überhaupt noch das *wesentlichste* Abhängigkeitsverhältniss der Glieder einer Entwickelungsreihe sich erhalten könne? Diese Frage muss nach den Resultaten der vorausgeschickten Analyse einer Entwickelungsreihe durchaus bejaht werden. Denn die wesentlichste Eigenschaft einer Entwickelungsreihe ist die, dass sie eine in sich abgeschlossene Differenzirungsreihe formire. In dieser Differenzirungsreihe stehen die Entwickelungszustände nur als bedingte Glieder des allgemeinen Differenzirungsplanes da, nach ihren differenten und gleichartigen Beziehungen in bestimmter Reihenfolge. Diese Eigenschaften einer Entwickelungsreihe können aber an verschiedenen Zuständen stattfinden, auch ohne dass dieselben mit ihrem materiellen Substrate in nothwendige Abhängigkeit von einander gesetzt sind. Die Abhängigkeit der Glieder einer Entwickelungsreihe hinsichtlich ihrer materiellen Substrate fördert nur, wie oben auseinander gesetzt wurde, die

Uebertragung eigenthümlicher, durch äussere Bedingungen veranlasster Behaftungen derselben auf spätere Entwickelungsglieder.

Die Unabhängigkeit der Glieder einer Entwickelungsreihe hinsichtlich ihrer materiellen Substrate bedingt einen eigenthümlichen Unterschied in dem Character derselben gegenüber einer Entwickelungsreihe von Gliedern, deren materielle Substrate von einander in nothwendige Abhängigkeit gesetzt sind.

Zunächst haben wir gesehen, dass bei der Abhängigkeit der materiellen Substrate der Glieder einer Entwickelungsreihe von einander besondere Eigenthümlichkeiten und Behaftungen dieser materiellen Substrate, auch wenn sie nicht in dem allgemeinen Differenzirungsplane liegen und durch äussere Bedingungen hervorgerufen sind, von Glied zu Glied sich fortpflanzen. In einer kontinuirlichen Entwickelungsreihe, die an einem und demselben materiellen Substrate fortgeht, tritt dieses Phänomen unter den günstigsten Bedingungen auf; in dem Generationswechsel dagegen schon unter ungünstigeren Verhältnissen. In einer Entwickelungsreihe nun, in welcher die materiellen Substrate der Glieder unabhängig von einander auftreten, da ist die in der Entwickelung gegebene Reihe der Bedingungsverhältnisse allein auf den Differenzirungsplan beschränkt. Besondere und eigenthümliche Behaftungen der Substrate der Glieder, die ausser dem Bereich der Differenzirungsreihe liegen, befinden sich ausserhalb des Abhängigkeits-Verhältnisses der Glieder einer solchen Entwickelungsreihe, und können also keine bedingenden Momente in derselben geltend machen. Wenn ferner in einer kontinuirlichen genetischen Entwickelungsreihe die Glieder, bei der nothwendigen Abhängigkeit ihrer materiellen Substrate, die besonderen Behaftungen derselben auf einander nothwendig übertragen müssen und sich

also nicht für sich besonders und eigenthümlich in der Differenzirungsreihe ausprägen können; so ist in einer unterbrochenen Entwickelungsreihe gerade jene eigenthümliche Ausprägung der einzelnen Glieder ermöglicht und in der allgemeinen Schöpfungsreihe auf die mannigfaltigste Weise ausgesprochen. Diese eigenthümlichen Ausprägungen der Glieder einer unterbrochenen Entwickelungsreihe dürfen, da sie ausserhalb des Abhängigkeits-Verhältnisses der Differenzirungsreihe liegen, auch ihre bedingenden Momente nur ausserhalb der letzteren suchen.

Ein anderes charakteristisches Moment einer unterbrochenen Entwickelungsreihe bezieht sich auf den Modus der Differenzirung. Es hat sich gezeigt, dass in einer einfachen genetischen Entwickelungsreihe die Differenzirung von Glied zu Glied kontinuirlich fortschreitet. Dieser kontinuirliche Fortgang der Differenzirung kann unmittelbar, wenn das materielle Substrat während der ganzen Entwickelung ein und dasselbe bleibt, er kann mittelbar ausgeführt werden, wenn, wie im Generationswechsel, ein Wechsel der materiellen Substrate Statt hat. Durch die nothwendige Abhängigkeit der materiellen Substrate der einzelnen Glieder von einander, ist auch in dem letzteren Falle die Kontinuität der Differenzirung gesichert. In einer unterbrochenen Entwickelungsreihe wie in der gesammten organischen Schöpfung, wechseln nun die Substrate sämmtlicher Glieder, und zwar so, dass dieselben nicht von einander abhängen. Die Glieder dieser Entwickelungsreihe haben ihre eigenen, mit eigenthümlichen Behaftungen versehenen materiellen Substrate, und erhalten sie gesichert in ihrer Spezies durch die eigene Fortpflanzungsfähigkeit. Da nun gleichwohl das Abhängigkeits-Verhältniss hinsichtlich des allgemeinen Differenzirungsplanes für sämmtliche Glieder der unterbrochenen Entwicke-

lungsreihe besteht, die Differenzirung jedoch im Sinne dieses Planes nicht von Glied zu Glied kontinuirlich fortschreiten kann; so ist jedes Glied einer solchen Entwickelungsreihe gezwungen, selbstständig und für sich, an dem eigenen Substrate mit den eigenthümlichen Behaftungen des letzteren, die Differenzirung nach dem allgemeinen Plane auszuführen. Es kann z. B. das dritte Glied einer solchen Entwickelungsreihe nur dann als selbstständig darin gedacht werden, wenn es an seinem eigenen materiellen Substrate die Differenzirung im Sinne des allgemeinen Planes unabhängig von den übrigen Gliedern hindurch macht, und so alle Glieder. Nähme die Differenzirung des dritten Gliedes ihren Anfang vom zweiten, so würde das dritte Glied seine Differenzirung im Sinne des allgemeinen Planes nicht selbstständig, sondern in Abhängigkeit von dem zweiten ausführen; es würde ein Generationswechsel sein und keine Entwickelungsreihe von Gliedern, die unabhängig von einander sich differenziren. In dem Modus der Differenzirung beider Arten von Entwickelungsreihen ist daher ein charakteristischer Unterschied gegeben.

Wenn also in der gesammten organischen Schöpfung eine allgemeine Entwickelungsreihe besteht, was sich unzweifelhaft aus den Erscheinungen der einzelnen organischen Körper unter einander zu erkennen gab; wenn ferner die einzelnen organischen Körper vermöge der eigenen und selbstständigen Fortpflanzungsfähigkeit in ihrer Spezies die Unabhängigkeit der materiellen Substrate unter einander gesichert erhalten: so folgt nach den wesentlichsten Eigenschaften einer Entwickelungsreihe mit nothwendiger Konsequenz: dass die einzelnen organischen Körper sämmtlich die Differenzirung sub specie im Sinne des allgemeinen Planes von unten auf bis zu der Stufe ausführen müssen, auf welcher sie in der

allgemeinen Entwickelungsreihe gestellt sind. Auf solche Weise wird die selbstständige Fortpflanzungsfähigkeit der einzelnen organischen Körper, durch welche die letzteren als Spezies ihre Unabhängigkeit begründeten, gleichzeitig zu demjenigen Mittel, durch welches sie in einer allgemeinen Entwickelungsreihe erhalten werden und sich allein nur erhalten können. Dass die Erfahrungen aus der Entwickelungsgeschichte der einzelnen organischen Körper den gezogenen Konsequenzen das Wort reden, ist bekannt, wenn gleich wir ebenso wenig in der Entwickelungsreihe des einzelnen organischen Körpers wie in jener der gesammten Schöpfung den genauen Gang der Differenzirung gegenwärtig anzugeben vermögen. Die Anführung derjenigen Thatsachen, welche für die bezeichnete Entwickelungsreihe der einzelnen Spezies in der organischen Schöpfung sprechen, würde uns zu weit von dem Wege abführen. Es genüge darauf hinzuweisen, dass, wie die allgemeine Entwickelungsreihe der gesammten organischen Schöpfung mit einem Zustande beginnt, der im Wesentlichen einer elementaren Zelle gleicht, so auch sämmtliche Entwickelungsreihen der einzelnen organischen Körper in derselben. Dagegen will ich versuchen, durch Buchstaben-Schemata den Charakter der allgemeinen Entwickelungsreihe der Schöpfung mit den selbstständig sich entwickelnden Gliedern (Spezies) zu versinnlichen, und mit den beiden früher angeführten genetischen Reihen zusammen zu stellen.

Eine einfache Entwickelungskette, bestehend aus fünf Gliedern, welche kontinuirlich an einem und demselben Substrate ihre Differenzirung vollbringen, soll bezeichnet sein durch

$$A, A', A'', A''', A''''.$$

Die Buchstabenreihe liegt horizontal, und die einzelnen Buchstaben sind nur durch Kommata von einander getrennt um den kontinuirlichen Fortgang der Differenzirung und die

Abhängigkeit der Glieder von einander zu bezeichnen. Durch das „A" ist das Beständige des Substrats, durch die Striche die allmählige Steigerung der Differenzirung angedeutet. Dieselbe genetische Kette mit Generationswechsel am dritten und fünften Gliede würde sich durch folgende Reihe ausdrücken lassen:

A, A′, a′A″, A‴, a‴A⁗.

Auch diese Reihe geht horizontal fort und behält die Kommata, denn es bleibt eine ununterbrochene Entwickelungsreihe, in welcher jedes Glied mit seinem Substrate von dem vorhergehenden abhängt. An dem dritten und fünften Gliede, welche ihre Differenzirung nicht unmittelbar an dem materiellen Substrate des vorangegangenen Gliedes, sondern an einer durch dasselbe bedingten keimartigen Grundlage ausführen, ist diese Eigenthümlichkeit durch ein kleines „a" bezeichnet, an welchem die mit dem vorhergehenden Gliede korrespondirende Anzahl von Strichen die nothwendige Abhängigkeit von demselben ausdrückt.

Schreiben wir nun dieselbe Entwickelungskette von füuf Gliedern in ein Schema um, durch welches die unterbrochene Entwickelungsreihe in der gesammten Schöpfung mit den selbstständig und sub specie im Sinne des allgemeinen Differenzierungsplanes sich entwickelnden Gliedern repräsentirt werden soll, so scheint es passend, durch die Hinzufügung von differenten Buchstaben zu einem jeden Gliede das Eigenthümliche einer jeden Spezies der organischen Körper zu bezeichnen. Die Reihe würde dann folgender Maassen ausfallen:

α (A).
β (a, A′).
γ (a, a′, A″).
δ (a, a′, a″, A‴).
ε (a, a′, a″, a‴, A⁗).

Die einzelnen Glieder der Kette sind hier unter einander gestellt und durch Punkte getrennt, um die Unterbrechung der Reihe und die Unabhängigkeit der Glieder hinsichtlich ihrer materiellen Substrate anzudeuten. Die Entwickelungsreihen der einzelnen Glieder (Spezies) gehen als einfache genetische Reihen, wie oben horizontal fort, mit den entsprechenden Trennungszeichen. Die Eigenthümlichkeit jeder Spezies ist durch α, β, γ, δ, ε, die einzelnen Entwickelungsreihen derselben sub specie im Sinne des allgemeinen Schöpfungsplanes durch die kleinen „a" bezeichnet, an welchen die Abwesenheit und die vorhandene Zahl der Striche den nothwendigen Modus der Differenzirung eines jeden Gliedes nach dem Sinne des allgemeinen Planes ausdrücken.

Das Schema, welches die Entwickelungsreihe in der gesammten Schöpfung versinnlichen soll, bezieht sich nur auf den Charakter derselben, wie er, als unterbrochene Differenzirungsreihe, nothwendig durch die eigene Fortpflanzungsfähigkeit einer jeden Spezies im organischen Reiche bedingt ist. So lange das letztere Factum besteht, ist der bezeichnete Charakter der Entwickelungsreihe die nothwendige Folge. Wäre inzwischen die allgemeine Entwickelungsreihe der organischen Schöpfung so einfach, wie sie zur leichteren Uebersicht des Charakters der genetischen Kette hingestellt wurde, so müsste auf jeder Differenzirungsstufe des allgemeinen Planes nur eine bestimmte Spezies gegeben sein. Diese Spezies könnten immerhin Veränderungen unterliegen, sei es in den Gränzen ihrer eigenen Eigenthümlichkeit, sei es auch durch äussere Bedingungen hervorgerufen; aber mit Rücksicht auf vorhandene genetische Differenzirungen dürfte keine andere Beziehung als die hinsichtlich des allgemeinen Entwickelungsplanes vorliegen.

Gleichwohl verhält es sich in der organischen Schöpfung anders. Nehmen wir z. B. die einzelnen Spezies der Wirbelthier-Klasse, so offenbaren dieselben in ihrer Gesammtheit eine Beziehung der Differenzirung gegenüber den Artikulaten, und zeigen sich hier als eine höhere Entwickelungsstufe eines allgemeinen Entwickelungsplanes, in welchem die Artikulaten das vorangehende Glied der genetischen Kette einnehmen. Ausserdem aber zeigen die einzelnen Spezies der Wirbelthiere unter einander Verschiedenheiten, welche nicht als Veränderungen einer und derselben Spezies sich darstellen, sondern vielmehr eine fortlaufend sich steigernde Differenzirung auf der Grundlage des Wirbeltypus an den Tag legen. Mag es uns auch noch nicht gelungen sein, bis in das Einzelne diese Differenzirungsreihe zu übersehen, das Faktum an sich ist beim summarischen Ueberblick deutlich anzuerkennen, und wird nicht bezweifelt. Jedes Wirbelthier hat daher nicht allein eine Beziehung der Differenzirung gegenüber den Artikulaten, sondern noch eine zweite hinsichtlich des genetischen Verhaltens der einzelnen Spezies der Wirbelthierklasse unter einander. Solche zwei Beziehungen der Differenzirung lassen sich an jedem organischen Körper nachweisen, sofern derselbe eine selbstständig sich fortpflanzende Spezies darstellt und uns genauer bekannt geworden ist. Die eine Beziehung geht dann immer auf eine Entwickelungsreihe, die viele Spezies unter einander auf einer Grundlage offenbaren, welche ihrerseits wiederum als Entwickelungsstufe eines *allgemeinen* Differenzirungsplanes sich zeigt. Wir nennen jenen Entwickelungsplan, welcher die einzelnen Spezies auf einer Stufe der allgemeinen Entwickelungsreihe genetisch näher aneinander kettet, den *speziellen.* Auf jeder Entwickelungsstufe des allgemeinen Differenzirungsplanes in der organischen Schöpfung erhebt sich also nicht *eine* Spezies, sondern *eine Gesammtheit*

von Spezies, die unter einander eine *spezielle Entwickelungsreihe* bilden.

Durch diesen speziellen Entwickelungsplan wird der allgemeine in der gesammten Schöpfung allerdings komplizirter, jedoch ist weder die Entwickelungsreihe an sich, noch der bezeichnete Charakter dadurch gestört. Denn, obgleich die Spezies eines speziellen Entwickelungsplanes ihre eigenthümliche Entwickelungsreihe haben, so stellen sie immerhin in ihrer Gesammtheit nur eine Differenzirungsstufe der allgemeinen Schöpfungsreihe dar. Daher wiederum auch hier nur durch den Modus der Differenzirung die Komplikation bedingt ist. Hinsichtlich des Charakters der Entwickelungskette in der gesammten organischen Schöpfung ist durch die spezielle Entwickelungsreihe eines jeden Gliedes keine Abänderung hervorgerufen, da auch in dieser speziellen Entwickelungsreihe die Spezies durch die eigene Fortpflanzungsfähigkeit hinsichtlich ihrer materiellen Substrate unabhängig von einander bleiben. Auch folgt daraus nothwendig, dass nun die einzelnen Spezies für sich und mit ihrer Eigenthümlichkeit die Differenzirung im Sinne des speziellen Entwickelungsplanes bis zu der Stufe ausführen müssen, auf welcher sie gestellt sind. Die einzelnen organischen Spezies stehen also mit ihrer eigenthümlichen Entwickelung stets als bedingte Glieder eines allgemeinen und eines speziellen Entwickelungsplanes da. Es kann sich aber die spezielle Entwickelungsreihe nur auf der ihr entsprechenden Grundlage der allgemeinen Entwickelungsreihe erheben, daher die letztere Differenzirung während der Entwickelung eines organischen Körpers der ersteren vorausgehen und gleichsam die Grundlage liefern muss.

Obgleich die speziellen Entwickelungsreihen in der organischen Schöpfung ihren eigenthümlichen Differenzirungsgang haben, so ist doch beachtungswerth, dass die

Grundlagen, auf welchen sie sich erheben, in einem gemeinschaftlichen allgemeinen Differenzirungsplan liegen. Zieht man die Differenz dieser einzelnen Grundlagen unter einander ab, so bleibt gleichwohl Gleichartiges im allgemeineren und beschränkteren Kreise zwischen den Gliedern der allgemeinen Entwickelungsreihe übrig. Die Differenzirungen in den speziellen Entwickelungsreihen werden daher unvermeidlich mit Differenzirungen verbunden sein, welche sich auch auf die Gleichartigkeiten der einzelnen Glieder der allgemeinen Entwickelungsreihe, die den speziellen Entwickelungsreihen als Grundlagen dienen, sich beziehen. Unter solchen Umständen kann es auch geschehen, dass ein organischer Körper auf einer niederen Stufe der allgemeinen Schöpfungsreihe in vorhandenen gleichartigen Beziehungen höher differenzirt dastehe, als ein anderer auf einer höheren Stufe, ohne dass darum die höhere Stellung desselben nach seinen wesentlich differenten Beziehungen in dem allgemeinen Schöpfungsplane gestört wird. Das Auge einer Sepie ist unzweifelhaft entwickelter als das eines Branchiostoma, oder einer Myxinoide oder des Maulwurfs. Dieselben Erscheinungen können sich begreiflicherweise auch unter den Gliedern einer speziellen Entwickelungsreihe wiederholen, in Verhältnissen nämlich, welche sich von untergeordneter Bedeutung für den speziellen Differenzirungsplan zeigen.

Die Analyse der genetischen Kette in der gesammten organischen Schöpfung kann sich der Frage nicht enthalten, ob die Komplikation derselben durch die eingelegten speziellen Entwickelungsreihen ihre Gränze habe, oder ob sie noch weiter gehe, und vielleicht auf jeder Stufe der speziellen Entwickelungsreihe wiederum eine neue und noch speziellere stehe. Wenn dieses der Fall wäre, so müssten die ver-

schiedenen Spezies einer Gesammtheit z. B. der Wirbelthiere nicht allein eine Differenzirungs-Beziehung zu der speziellen Entwickelungsreihe des Wirbeltypus, sondern noch eine besondere, auf Grundlage einer Stufe in der speziellen Entwickelungsreihe, offenbaren. Inzwischen liegt kein sicheres Faktum vor, welches das Vorhandensein einer solchen dritten genetischen Beziehung an den einzelnen organischen Spezies begründen könnte. Gleichwohl möchte es unzweifelhaft sein, dass auf einer bestimmten Stufe der speziellen Entwickelungsreihe nicht eine, sondern viele verschiedene Spezies dastehen. Diese Verschiedenheiten liegen aber nicht in einer nothwendigen Reihenfolge und bedingen also keine Entwickelungsreihe. Es scheint vielmehr, als habe die Natur die auf jeder Stufe einer speziellen Entwickelungsreihe gegebenen möglichen Kombinationen benutzt, um eine grosse Anzahl genetisch *unabhängiger* und *eigenthümlicher* Spezies auf derselben auszuprägen, und zu begründen. Bei diesen Kombinationen behufs der Ausprägung eigenthümlicher Spezies auf einer Stufe der speziellen Entwickelungsreihe können nur äussere d. h. ausser dem Bereich des Differenzirungsplanes gelegene Beziehungen sich geltend machen. Es können nun zwar in diesen von äusseren Bedingungen abhängigen Erscheinungen Gleichartigkeiten (einer Gattung oder vielleicht in mehreren Gattungen) sich offenbaren. Gleichwohl werden dieselben unter einander keine Entwickelungsreihe bilden und im Sinne des genetischen Zusammenhanges aufzufassen sein. Dass in der organischen Schöpfung die Eigenthümlichkeit einer jeden Spezies wirklich ausserhalb des Bereiches einer genetischen Kette gestellt sei, dafür spricht auch vor Allem der Umstand, dass in der selbstständigen Entwickelung der einzelnen Spezies niemals die Eigenthümlichkeiten anderer Spezies, wenn auch von derselben Gattung, sich offenbaren. Gleichwohl wäre dieses

nothwendig, sobald die verschiedenen Spezies auf einer Stufe der speziellen Entwickelungsreihe eine dritte genetische Reihe mit unterbrochenen selbstständigen Gliedern bildeten, die für sich die Differenzirung im Sinne dieser Entwickelungsreihe ausführen müssten. Die eigenthümliche Ausprägung der einzelnen organischen Spezies zeigt sich daher nur als ein, wenn auch nothwendiges, Accidenz in der unterbrochenen Entwickelungsreihe der gesammten organischen Schöpfung, die an und für sich nach einem allgemeinen und speziellen Plan sich ausbildet.

Nach den vorausgeschickten Mittheilungen wird es nun möglich sein, die Aufgabe der vergleichenden Naturforschung genauer zu bezeichnen und auch im Allgemeinen die Wege anzudeuten, auf welchen wir uns mit grösserer Planmässigkeit dem so schwierigen Ziele nähern können. Man sagt gewöhnlich, die vergleichende Naturforschung suche durch Vergleichung das Uebereinstimmende und Gleichartige unter den verschiedenen organischen Körpern auf, und bestimme hiernach die Eigenthümlichkeit jedes einzelnen. Mit diesen Worten ist die Aufgabe der vergleichenden Naturforschung nicht genau bezeichnet. Denn Mannigfaltigkeiten auf gleichartiger Grundlage wiederholen sich auch in der unorganischen Natur überall, und bei jeder Begriffsbildung abstrahiren wir das Allgemeine von mehreren Besondernheiten, und bestimmen dann dieses durch jenes. Will man daher die Aufgabe der vergleichenden Naturforschung im organischen Reiche schärfer auffassen und angeben, so muss man auf das Wesen des Verhältnisses rücksichtigen, unter welchem das Mannigfaltige und Gleichartige in der organischen Natur auftritt. Dieses Wesen wurde zu Anfange vorliegender Untersuchungen dadurch angedeutet, dass die organischen Körper als Entwickelungszustände zu betrachten seien. Aus der Analyse einer genetischen Kette ging

dann hervor, dass die Glieder derselben, die genetischen Zustände, gleichfalls gleichartige und differente Beziehungen nothwendig offenbaren müssen, dass aber diese Mannigfaltigkeiten auf einer gleichartigen Grundlage durch eine in sich abgeschlossene Bedingungsreihe aneinander gekettet seien, in Folge dessen die Auffassung, Beurtheilung und Bestimmung derselben nur innerhalb dieser Bedingungsreihe d. h. im Sinne des genetischen Zusammenhangs möglich werde. Die vergleichende Naturforschung kann also nur im Sinne des genetischen Zusammenhangs die Vergleichungen der einzelnen organischen Körper ausführen.

Es wurde sodann untersucht, in welcher Art die Entwickelungsreihe unter den einzelnen organischen Körpern sich ausspreche. Aus dieser Untersuchung ergab sich, dass die einzelnen organischen Spezies eine unterbrochene genetische Kette mit selbstständigen Gliedern darstellen, die ihre Eigenthümlichkeit durch die eigene Fortpflanzungsfähigkeit bewahren, zugleich aber auch in dieser Eigenschaft das Mittel besitzen, wodurch eine genetische Kette mit selbstständigen Gliedern überhaupt ermöglicht wird. In dieser genetischen Kette mit selbstständigen Gliedern (Spezies) der gesammten organischen Schöpfung zeigte sich ferner, dass die Differenzirung nach einem allgemeinen Entwickelungsplane und auf jeder Stufe desselben nach einem speziellen vorschreite. Ein jeder eigenthümliche und selbstständig sich fortpflanzende organische Körper steht demgemäss mit seiner Eigenthümlichkeit als ein bedingter Entwickelungszustand einer allgemeinen und einer speziellen Entwickelungsreihe da. Nun haben wir gesehen, dass die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Spezies nicht in einer Entwickelungsreihe liegen und dennoch, wie die organischen Körper und ihre Eigenschaften, differente und gleichartige Beziehungen offenbaren können. Wird etwa durch diesen

Umstand die Aufgabe der vergleichenden Naturforschung im organischen Reiche hinsichtlich ihrer genetischen Beziehung geändert? Nein, denn die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Spezies stehen nicht, wie die Eigenschaften an den unorganischen Körpern, gänzlich abgeschlossen da, sondern erheben sich auf dem genetischen Boden, sind nur eigenthümliche Ausprägungen eines genetischen Zustandes und also auch nur an demselben aufzufassen und zu bestimmen. Wollte man bei Beurtheilung solcher Eigenthümlichkeiten von der genetischen Grundlage abstrahiren, so würde man in Gefahr gerathen, ein Gürtelthier zu den beschuppten Amphibien, eine Schlange zu den Aalen zu rechnen, oder etwa die Fischzitzthiere für wirkliche Fische zu halten.

Die vergleichende Naturforschung betrachtet also die einzelnen organischen Körper unter einander als eigenthümliche genetische Zustände einer allgemeinen und speziellen Entwickelungsreihe in der gesammten organischen Schöpfung, und sucht dieselben mit ihren Eigenthümlichkeiten nach den differenten und gleichartigen Beziehungen im Sinne ihres genetischen Zusammenhangs zu bestimmen. Der genetische Zusammenhang eines Gliedes in seiner genetischen Kette lässt sich aber nur beurtheilen, wenn wir den Differenzirungsplan der Entwickelungsreihe kennen. Diese Erkenntniss werden wir aber nur dann uns verschaffen können, wenn die einzelnen Glieder der Differenzirungsreihe vorliegen, und die nothwendige Aufeinanderfolge derselben gesichert ist. Die vergleichende Naturforschung muss also zunächst die Glieder der Differenzirungsreihe aufsuchen und die Reihenfolge derselben bestimmen, um das Entwickelungsgesetz abstrahiren zu können. Es liegt zu Tage, dass die Aufgabe des vergleichenden Naturforschers, bei der unübersehbaren Masse von Gliedern der gesammten Schöpfungsreihe, in welcher sogar die Petrefacten

aufzunehmen sind, wohl immer nur auf grössere oder kleinere Bruchstücke aus derselben sich beziehen könne. Ferner werden gewöhnlich die Fragen des allgemeinen, oder, was vorläufig der häufigere Fall bleiben wird, die des speziellen Entwickelungsplanes vorliegen. Welche Glieder wir indessen aus der gesammten organischen Schöpfung auch herausnehmen mögen, die Behandlung der Aufgabe der vergleichenden Naturforschung bleibt dieselbe. Bei der Auffassung der Glieder einer Differenzirungsreihe leitet uns der Grundsatz, dass die organischen Körper, ihre Eigenthümlichkeiten abgerechnet, stets Mannigfaltigkeiten anf einer einheitlichen oder gleichartigen Grundlage in genetischer Reihenfolge darstellen. Was daher unter den mannigfaltigsten Entwickelungsformen konstant und übereinstimmend bleibt, das wird dem vergleichenden Naturforscher zu der einheitlichen Grundlage, an welcher er die Glieder einer Differenzirungsreihe im engeren und weiteren Kreise bestimmt und sie zunächst zu näher oder entfernter verwandten und gleichartigen Zuständen erhebt. Für die Auffassung und Beurtheilung der Reihenfolge der verwandten Zustände gilt dann der Grundsatz, dass in einer Entwickelungsreihe eine fortwährend sich steigernde Differenzirung der einheitlichen und gleichartigen Grundlagen gegeben sei; und die grössere Differenz der letzteren wird demgemäss zum Bestimmungsgrunde der Reihenfolge.

Da die Differenzirung in der organischen Schöpfung nicht von Glied zu Glied kontinuirlich fortschreitet, sondern jedes Glied selbstständig im Sinne des allgemeinen Schöpfungsplanes sich entwickelt und differenzirt, so müsste die vergleichende Naturforschung, um ihr Ziel sicher zu erreichen, die *Entwickelungsreihen* der einzelnen organischen Körper nach den oben bezeichneten Grundsätzen unter einander vergleichen. Obgleich dieser Weg der einzige rationelle ist, auf welchem

die vergleichende Naturforschung ihre Aufgabe mit Sicherheit erfüllen kann, so wird derselbe heut zu Tage vielmehr so aufgefasst, als ob er nur dem bisher üblichen Verfahren assistire. Man vergleicht nämlich gewöhnlich die *ausgebildeten* Zustände der organischen Körper. Auf solche Weise sind manche treffliche Beobachtungen für die vergleichende Naturforschung gewonnen worden. Inzwischen ist dieses Verfahren für die Bestimmung des genetischen Zusammenhangs der Glieder der allgemeinen Schöpfungsreihe sehr schwierig und unsicher. Denn die Differenzirungsglieder der allgemeinen und speziellen Entwickelungsreihen treten stets unter der eigenthümlichen Ausprägung der Spezies auf. Diese eigenthümliche Ausprägung der einzelnen organischen Körper muss bei Beurtheilung der gleichartigen und differenten Beziehungen im Sinne des allgemeinen Schöpfungsplanes in Abzug gebracht werden. Dieses lässt sich bei Vergleichung der ausgebildeten Zustände allein nicht mit Sicherheit ausführen, da jedes Mal die genetische Stufe verschieden ist, an welcher die Ausprägung hervortritt. Auf solche Weise wird natürlich auch die Bestimmung der Reihenfolge der Differenzirungsglieder unsicher gemacht, welche überdies unter den ungünstigsten Verhältnissen ausgeführt werden muss, da die Differenzirung nicht in Continuo an einem und demselben Substrate fortgeht.

Liegen dagegen die *Entwickelungsreihen* der organischen Körper zur Vergleichung vor uns, so wird die Bestimmung der Reihenfolge der Differenzirungsglieder in der organischen Schöpfung ausserordentlich dadurch erleichtert, dass jedes höher differenzirte Glied in seiner eigenen Entwickelung durch die geringeren Differenzirungsstufen erst hindurchgeht. Auch leuchtet es ein, dass wir bei Bestimmung des Gleichartigen und Differenten der etwa vorliegenden Glieder aus der allgemeinen und speziellen Entwickelungsreihe die eigenthümlichen

Ausprägungen da mit grösserer Sicherheit absondern können, wo sie an übereinstimmenden Grundlagen hervortreten. Dieses wird gleichfalls bei Vergleichung der Entwickelungsreihen der einzelnen organischen Körper ermöglicht, indem letztere sämmtlich ihre Entwickelung von unten auf beginnen, und also stets eine geringere oder grössere Zahl übereinstimmender genetischer Zustände der allgemeinen Entwickelungsreihe darbieten. Wenn daher auch der vergleichende Naturforscher wegen der grossen Schwierigkeit, sich das geeignete Material herbeizuschaffen, gemeinhin ausser Stande ist, auf dem allein sicheren und rationellen Wege seine Vergleichungen auszuführen, so muss doch sein Bestreben stets dahin gerichtet sein, wenigstens durch das Studium einiger möglichst abweichender Entwickelungsreihen diejenigen Resultate zu sichern, welche er nach der gewöhnlichen, leichteren, aber auch in gleichem Grade unsicheren Methode gewonnen hat.

Bei Gelegenheit der Analyse der einfachen genetischen Reihe in der Entwickelung jedes einzelnen organischen Körpers wurde darauf hingewiesen, dass alle Erscheinungen, welche wir der leichteren Uebersicht wegen an den organischen Körpern zu sondern pflegen, als Entwickelungszustände daständen, und demgemäss allein richtig im Sinne des genetischen Zusammenhanges beurtheilt und bestimmt würden. Obgleich nun der Charakter der genetischen Reihe in der gesammten organischen Schöpfung ein anderer ist, so sind doch die einzelnen organischen Körper immerhin nur Zustände eines allgemeinen und speziellen Differenzirungsplanes, und müssen daher gleichfalls nach allen Beziehungen hin im Sinne ihres genetischen Zusammenhangs betrachtet werden. Inzwischen sind es auch hier wiederum vorzugsweise die morphologischen Verhältnisse, welche bisher von den Naturforschern nach ihrer wesentlichsten organischen Eigenthümlichkeit aufgefasst worden sind.

Möchte die Zeit nicht fern sein, in welcher auch hinsichtlich der chemischen Erscheinungen, der vitalen Energien etc. das Streben, jede Beobachtung nach ihrer genetischen Grundlage zu beurtheilen, sich geltend machte; möchte es uns gelingen, die organischen Veränderungen mehr und mehr nach ihren *wesentlichsten* Bedingungs-Verhältnissen im Sinne des genetischen Zusammenhangs als Entwickelungsgesetze oder als Momente derselben aufzufassen und zu bestimmen. Man kann nicht leugnen, dass in Rücksicht auf die angeführten Erscheinungen an den organischen Körpern, zahlreiche Mannichfaltigkeiten auf übereinstimmenden und gleichartigen Grundlagen bereits erkannt sind und fortdauernd aufgefunden werden. Gleichwohl fehlt gemeinhin der genetische Zusammenhang derselben; ja, die, beim Hinblick auf die Geschichte der organischen Wissenschaften leicht begreifliche Neigung der neuern Zeit, nicht blos physikalische, chemische, mechanische etc. Erkenntnisse aus den unorganischen Wissenschaften gehörigen Orts und mit der gehörigen Beziehung anzuwenden, sondern selbst die Methode der Forschung in der unorganischen Natur als die einzig sichere Methode der Forschung auch in der organischen Natur anzusehen; diese Neigung, sage ich, droht sogar die nach der *wesentlichsten* Eigenthümlichkeit der organischen Schöpfung sich richtende und bestimmende Forschungs-Methode zu beeinträchtigen und zu vernachlässigen. Sollen Methoden für unsere Forschung etwas mehr bezeichnen, als dass sie empirisch-rational, oder empirisch-philosophisch seien, sollen sie eine Richtschnur unseres Denkverfahrens andeuten, welche gleichzeitig die *wesentlichsten* Bedingungsverhältnisse der vorliegenden Erscheinungen berücksichtigt und in ihre nähere Bezeichnung aufnimmt, so kann die Methode der Forschung in der organischen Natur nur „die genetische" genannt wer-

den, die in der unorganischen Natur keine Anwendung findet. Diese genetische Methode stützt sich mit ihrem letzten Grunde nicht etwa allein darauf, dass die einzelnen organischen Körper sich entwickeln und eine Genesis haben, sondern vielmehr darauf, dass die gesammte organische Schöpfung eine Entwickelungsreihe bildet, in welcher die Entwickelungsreihen der einzelnen organischen Körper nur bedingte Glieder darstellen. Die vergleichende Naturforschung in der Weise aufgefasst und durchgeführt, wie es oben auseinandergesetzt wurde, verfolgt demgemäss diejenige Methode, welche allein im Stande ist, solche das Wesen der organischen Natur betreffende Resultate zu Tage zu fördern, und ihre Aufgabe darf nach Umfang und Inhalt als die höchste bezeichnet werden, welche der Physiologe zu erfüllen hat.

Die Betrachtungsweise der organischen Körper nach ihren morphologischen Verhältnissen im Sinne ihres genetischen Zusammenhangs beschränkt sich nicht allein auf die Organismen unter einander in ihrer Totalität, sondern betrifft natürlich auch die einzelnen, näheren und entfernteren Bestandtheile, insoweit dieselben nur irgend einer genetischen Entstehungsweise unterliegen. Auch liegt es zu Tage, dass in allen denjenigen Bestandtheilen der Organismen, in welchen sich der allgemeine Differenzirungsplan der gesammten Schöpfungsreihe ausspricht, neben den allgemeinen auch eine specielle Entwickelungsreihe unter der Eigenthümlichkeit einer jeden Spezies gegeben sein müsse. In Betreff des Nervensystems kann hierüber wohl kein Zweifel obwalten. In wie weit dieser Plan durch die näheren und entfernteren Bestandtheile der einzelnen Organismen untereinander hindurchgreift, wird sich erst mit Sicherheit entscheiden lassen, wenn unsere Erfahrungen über den Differenzirungsgang in der gesammten orga-

nischen Schöpfung mehr herangereift sein werden. Wie sich indessen dieses auch verhalten mag, so viel steht fest, dass alle organischen Bestandtheile sich mit den Organismen zugleich entwickeln, und dass die grosse Schwierigkeit, die complicirteren Verhältnisse der letzteren zu übersehen, es wünschenswerth mache, durch eine vergleichende Untersuchung der doch mehr oder weniger einfacheren Bestandtheile dem Hauptziele der vergleichenden Naturforschung mit grösserer Sicherheit und Gediegenheit sich zu nähern. Da der Charakter der Entwickelungsreihe dieser Bestandtheile durchaus derselbe ist, wie derjenige der Organismen untereinander, so muss die planmässige vergleichende Untersuchung nach denselben Grundsätzen verfahren, welche oben angegeben wurden.

Den angestrengten Bemühungen namentlich deutscher Anatomen verdankt die vergleichende Naturwissenschaft manche erfreuliche Ausbeute hinsichtlich der Organe und Systeme der thierischen Organismen. Die Organe und Systeme sind aber wiederum gemeinhin zusammengesetzt aus Gewebebestandtheilen, gebildet aus Zellen; und endlich entwickeln sich die Zellen selbst als die bisher bekannten einfachsten Formbestandtheile der organischen Natur. Ueberall stossen wir hier auf Entwickelungsreihen, überall muss das Gleichartige und Differente im Sinne des genetischen Zusammenhangs aufgefasst und beurtheilt werden, überall hat die vergleichende Naturforschung nach einem und demselben Plane zu verfahren. Modificationen in dem Verfahren werden nur dadurch hervorgerufen, dass die einfacheren Bestandtheile nicht allein verschiedenartige Entwickelungsreihen in den verschiedenen organischen Körpern, sondern, wie z. B. die Gewebe, die elementaren Zellen, auch neben einander in einem und demselben Organismus haben, wodurch äusserst

günstige Verhältnisse für die vergleichende Naturforschung erwachsen können. Selbst die Organe und Systeme bieten in den komplicirteren Organismen an verschiedenen Gegenden verschiedenartige Entwickelungsreihen dar.

Die vergleichende Naturforschung ist den einfacheren Bestandtheilen der organischen Körper gleichfalls nicht ganz fremd geblieben. Selbst in Betreff der einfachen elementaren Zellen liegen verschiedene Entwickelungsreihen vor. Freilich haben diese Versuche noch zu keinem einigermaassen erfreulichen Resultate geführt. Denn die Ansichten über die verschiedenen Entwickelungsreihen der elementaren Zellen bieten nichts Gleichartiges dar, sondern durchaus für sich differente, dem Sinne des genetischen Zusammenhanges zuwiderlaufende Bedingungs-Verhältnisse, wenn auch zum Schluss immer dasselbe einfache Bläschen mit oder ohne Kern heraustritt.

Glücklicher ist man in der Histologie gewesen. Man spricht schon lange von Partes similares, von Arten, Gruppen, grösseren und kleineren Abtheilungen der Gewebe, und bestimmt Einzelheiten nach einem allgemeineren Differenzirungsplane. Gleichwohl scheint es, als ob man sich des Fundamentes, auf welchem die vergleichende Naturforschung sich bewegt, nicht immer ganz klar bewusst gewesen wäre, und die Erscheinungen demgemäss so aufgefasst hätte, wie es doch zum grössten Theil von deutschen Forschern bei komplicirteren Organisations-Verhältnissen geschehen. *Bichat* und mit ihm viele neuere Histologen dachten sich die Gewebe-Bestandtheile als Körper, deren Erscheinungen nach den morphologischen Verhältnissen, nach den chemischen und vitalen Eigenschaften so aufzufassen und zu beurtheilen seien, wie die Eigenschaften an den unorganischen Körpern, wie etwa die Schwere bei den Metallen. Ein solches Verfahren

ist für den *ersten* Anfang der Untersuchungen, wenn es darauf ankommt, die Erscheinungen erst überhaupt aufzufassen nothwendig; doch, zum alleinigen Prinzip derselben erhoben, würde es eben so nothwendig die wesentlichste Eigenthümlichkeit der organischen Körper unberücksichtigt lassen. Wollte man obiges Prinzip konsequent verfolgen, so wäre man gezwungen, die Erscheinungen an den Gewebebestandtheilen, wie an den unorganischen Körpern, als für sich abgeschlossene Eigenschaften zu betrachten und dieser Ansicht entsprechend zu bestimmen. Eine solche Auffassung der Erscheinungen, die übrigens in der Histologie niemals in voller Strenge stattgefunden hat, streitet natürlich gegen die Auffassung und Beurtheilung im Sinne des genetischen Zusammenhanges, in welcher die organischen Körper, so wie ihre Bestandtheile sammt allen Erscheinungen an ihnen als bedingte Zustände einer genetischen Bedingungskette dastehen. Auch die Gewebe machen ihre Eigenthümlichkeiten gleichfalls nur auf dem genetischen Fundamente geltend, und dürfen daher auch nur auf demselben gewürdigt werden. Dieses auf dem Wesen der organischen Körper beruhende Prinzip der vergleichenden Naturforschung ist demgemäss mit der alleinigen Beachtung der Methode der Forschung in der unorganischen Natur unverträglich. Die letztere bleibt stehen bei den vorliegenden jedes Mal auch durch äussere Bedingungen absolut *nothwendigerweise* bedingten Zuständen; jene dagegen muss darüber hinausgehen, sie darf das Gegebene nach seiner wesentlichen, wenn ich so sagen soll, organischen Bedeutung stets nur im Sinne des genetischen Zusammenhanges auffassen, welchen die organischen Körper, unabhängig von äusseren Bedingungen und nur unter deren nothwendigem accidentellen Beistande, mit der eigenen Entwickelung in der Entwickelungsreihe der gesammten organischen Schöpfung offenbaren.

So lange die elementare Zelle als genetische Grundlage der Gewebe noch nicht erkannt war, lagen der Anwendung des Prinzips der vergleichenden Naturforschung noch zu viele Hindernisse im Wege. Heut zu Tage ist nicht allein das Prinzip, sondern auch die planmässige Untersuchung nach demselben gesichert. *Th. Schwann* selbst hat bereits die Histologie im Sinne des eigentlichen Prinzips der vergleichenden Naturforschung bearbeitet, indem derselbe das genetische Verhalten der Zelle bei der Bildung der Gewebe zur Richtschnur der Auffassung und Beurtheilung derselben machte. Die Schwierigkeit der Aufgabe bringt es mit sich, dass die ersten Versuche noch Manches zu wünschen übrig lassen, und auch in Zukunft noch übrig lassen werden; die Bahn ist jedoch eröffnet.

Das planmässige Vorschreiten auf der eröffneten Bahn muss in der vergleichenden Histologie nach denselben Grundsätzen erfolgen, welche oben für die vergleichende Naturforschung der organischen Körper, in ihrer Totalität betrachtet, angegeben wurde. Denn die histologischen Bestandtheile der organischen Körper bilden mit den letzteren eine Entwickelungsreihe mit eigenthümlich ausgeprägten und selbstständigen Gliedern, nur mit der Modifikation, dass diese Glieder nicht allein in den nebeneinanderstehenden verschiedenen Organismen, sondern selbst innerhalb der Grenzen der letzteren, in den verschiedenen nebeneinanderliegenden Organen und Systemen, auftreten. Die vergleichende Histologie geht demgemäss, wie die vergleichende Naturforschung überhaupt, von dem Grundsatze aus, dass die histologischen Bestandtheile nur als bedingte Glieder ihrer Entwickelungsreihe zu betrachten seien, und dass ihre Eigenthümlichkeiten nur eigenthümliche und selbstständige Ausprägungen genetischer Zustände dieser Entwickelungsreihen darstellen. Die richtige Beurtheilung und

Bestimmung eines histologischen Bestandtheiles sammt seiner Eigenthümlichkeit kann daher nur in seiner Entwickelungsreihe geschehen, und macht die Kenntniss des Differenzirungsplanes derselben nothwendig. Dass dieser histologische Differenzirungsplan mit dem allgemeinen und speziellen Entwickelungsplane der Organismen unter einander in inniger Verbindung stehen müsse, kann wohl kaum bezweifelt werden. Gleichwohl fehlt es bis jetzt noch an genügend sicheren Beobachtungen, um diese Verbindung auch nur einigermaassen zu übersehen. Daher sind wir gezwungen, die Lösung einer umfassenderen Aufgabe dadurch vorzubereiten, dass wir vorläufig überhaupt genetisch-verwandte histologische Formbestandtheile in den verschiedenen Organismen und innerhalb der Grenzen eines Organismus aufsuchen und ihren Differenzirungsplan bestimmen. Wir haben gesehen, dass dieses bei einer Entwickelungsreihe mit selbstständigen Differenzirungsgliedern auf dem sichersten Wege auf die Weise durchzuführen sei, wenn man die Entwickelungsreihen der einzelnen Glieder oder hier die einzelnen histologischen Formbestandtheile unter einander vergleichen, nach Gleichartigkeit und Differenz demgemäss kennen lernen und endlich nach dem Gesetz der Steigerung in der Differenzirung der Glieder einer Entwickelungsreihe die nothwendige Aufeinanderfolge derselben sichern würde. Diese Methode ist hier jedoch ebenso schwierig in der Ausführung, wie bei der vergleichenden Naturforschung der einzelnen Organismen unter einander. Daher suchen wir uns dem Ziele auf einem leichter ausführbaren, obschon in gleichem Grade unsicheren Nebenwege zu nähern, indem wir nach den oben mitgetheilten Grundsätzen durch Vergleichung ausgebildeter histologischer Bestandtheile uns die Differenzirungsglieder einer genetischen Reihe verschaffen, und durch das Studium der Entwickelung wenigstens zweier möglichst abweichender Gewebe unter den

vorliegenden verwandten einerseits die genetische Reihenfolge, anderseits die eigenthümlichen Ausprägungen derselben mit grösserer Zuverlässigkeit beurtheilen. Der auf solchem Wege gewonnene Differenzirungsplan muss denn auch jedes Mal in Form eines Entwickelungsgesetzes ausgedrückt werden. Es scheint nothwendig, hierauf aufmerksam zu machen, da *Th. Schwann* selbst unter seinen fünf histologischen Klassen die erste dadurch charakterisirt, dass sie aus isolirten Zellen bestehe. In dieser Charakteristik wird das genetische Moment gänzlich vermisst.

In Rücksicht auf die Genesis der Gewebe darf niemals vergessen werden, dass die Grundlage, von der die genetische Reihe anhebt, durch indifferente elementare Zellen gegeben ist. Denn diese unumstössliche Wahrheit ist durch die Entwickelungsgeschichte dargethan, dass nur Zellen in den Leib des zusammengesetzten Organismus eingehen. Wo man in der Auffassung und Beurtheilung der Gewebe diese Grundlage vernachlässigt, jawohl gar ganz bei Seite setzt, da darf auf eine wahrheitsmässige Darstellung der Gewebe im Sinne des genetischen Zusammenhanges nicht gerechnet werden. In dem Verfolg der Veränderungen dieser Zellen zu den Geweben pflegt man gar zu oft die Beobachtungen erst in späteren Entwickelungsperioden zu beginnen, und demgemäss bei der Beurtheilung der Genesis des Gewebes eine Reihe von Erscheinungen entweder auszulassen oder durch unrichtige und gezwungene Hypothesen, die aus den vorliegenden Zuständen kombinirt werden, zu ersetzen. Der Umstand, dass die Embryologen, allen eclatanten Erscheinungen zum Trotz, die organologische Sonderung gewöhnlich zu spät festsetzen, scheint auf das obige Verfahren influirt zu haben; da überdiess die Ansicht wohl motivirt werden kann, dass die histologische Differenzirung und Entwickelung im Allgemeinen der

sogenannten organologischen nachfolge. Inzwischen zeigt sich die Sonderung der Organe und Systeme, wenn man sie überhaupt *ohne* gleichzeitige *histologische* Sonderung auffassen darf, nach meinen jetzigen Erfahrungen bestimmt nur als ein sehr schnell vorübergehender Entwickelungsmoment. So erscheint die Umhüllungshaut mit ihrem Auftreten auch schon in histologischer Differenzirung; die ersten Elemente des Muskelgewebes sind beim Hühnchen im Herzen schon zu Anfange des dritten Tages, in dem Wirbelsystem bereits nach eben vollendeter Bildung des Amnion deutlich ausgeprägt, hinsichtlich der ersten genetischen Entwickelungsstufen. Die Drüsen-Elemente finde ich in den Wolffschen Körpern schon ganz gehörig ausgebildet, wenn die Substanz derselben nur eben so angewachsen ist, dass man mit einiger Zuversicht kleine Stückchen unter das Mikroskop bringen kann. Meine Erfahrungen haben mir im Allgemeinen das Resultat ergeben, dass überall, wo die Organe und Systeme einfach sind und frühzeitig funktionell werden, bei dem ersten Auftreten ihrer Anlagen auch schon deutlichere Anfänge histologischer Differenzirung gewahren lassen; dass die letzteren dagegen gewöhnlich nur langsamer da vorwärts schreiten und ausgebreiteter werden, wo der ganze Organismus oder einzelne Organe und Systeme zahlreiche Metamorphosenzustände durchzumachen haben. Daraus erhellt, dass man nicht früh genug auf die histologischen Entwickelungs-Erscheinungen Acht haben kann. Freilich gehört dazu, eine genaue Würdigung und richtige Kenntniss von organischen Verhältnissen im Embryo, so wie die nöthige Umsicht in der Behandlung so zarter Gegenstände, wenn auf diesem Wege nicht mehr Nachtheile als Vortheile herbeigeführt werden sollen.

Das Aufsuchen und Bestimmen gleichartiger d. h. inniger zusammenhängender, genetisch verwandter Zustände ist in

der vergleichenden Histologie, wo die Beobachtungen auch an den ausgebildeten Geweben mit dem Mikroskop gemacht werden müssen, mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, als, in den meisten Fällen wenigstens, bei der Vergleichung der einzelnen Organismen. Aus diesem Grunde erscheint uns ein Umstand von Wichtigkeit, welcher bei der Beurtheilung der Gleichartigkeit ausgebildeter histologischer Bestandtheile mit grossem Vortheil und mit Sicherheit benutzt werden kann. Es wurde schon öfters erwähnt, dass die histologischen Bestandtheile in verschiedenen Entwickelungsformen nicht allein in den verschiedenen Organismen, sondern in einem und demselben Körper neben einander angetroffen würden. Bei der Einrichtung der Organismen nun, wo das Ganze nur durch die innigsten wechselseitigen Beziehungen der einzelnen Bestandtheile unter einander besteht und funktionell wirkt, wird uns öfters die Gelegenheit dargeboten, die verschiedenartigsten histologischen Formbestandtheile in unmittelbarer lokaler Beziehung unter einander zu beobachten.

Lässt sich hier in solchen Fällen darthun, dass zwei in unmittelbarer Verbindung und örtlicher Berührung befindliche Gewebe *kontinuirlich* in einander übergehen, so folgt mit Bestimmtheit hieraus, dass dieselben, mögen sie auch jenseits der Uebergangsstelle Abweichungen darbieten und sehr verschiedenartig sich darstellen, ursprünglich dennoch von sehr innig gleichartiger Natur sein müssen. Denn ein kontinuirlicher Zusammenhang zweier Körper setzt den kontinuirlichen Uebergang der Substanzen beider voraus. Ein solcher Uebergang ist aber nur bei vorhandener Homogenität der Substanzen möglich. Diese Homogenität kann zwischen zwei histologisch verschiedenen Bestandtheilen nur dann erreicht, und der kontinuirliche Uebergang möglicher Weise verwirklicht werden, wenn dieselben in einer und derselben

Differenzirungsreihe liegen, die es ihnen möglich macht, ihre Differenzen an den Berührungspunkten aufzulösen und einen homogenen d. h. übereinstimmend genetischen Differenzirungszustand anzunehmen. Die verschiedenen kontinuirlich zusammenhängenden histologischen Bestandtheile sind daher als Glieder oder verschiedene Entwickelungszustände einer und derselben genetischen Differenzirungsreihe anzusehen. Daher wird die Untersuchung der *Kontinuität* verschiedener Gewebe zu einem der wichtigsten Mittel, die gleichartigen Glieder einer Differenzirungsreihe aufzusuchen und mit Sicherheit zu bestimmen, auch in dem Falle, wenn uns der Differenzirungsplan noch nicht bekannt ist. Umgekehrt folgt ferner, dass zwei, vielleicht ähnlich aussehende, Gewebe, die bei der genauesten örtlichen Berührung und in innigster funktioneller Verbindung im Organismus gleichwohl nicht kontinuirlich zusammenhängen und vielmehr ein *Kontiguum* bilden, nothwendig verschiedenen Differenzirungsreihen angehören. Diese Schlussfolgerung gewährt für die *praktische* Anwendung nicht die Sicherheit, wie die vorausgeschickte, da die Prämissen sich schwieriger sicher feststellen lassen. Denn der Beweis, dass zwei verschiedene Gewebe in der innigsten örtlichen und funktionellen Verbindung stehen und nur wegen einer histologischen Differenz nicht in einander kontinuirlich übergehen, wird sich stets nur mit Wahrscheinlichkeit führen lassen. Schliesslich weisen wir darauf hin, dass die verschiedenen besonderen histologischen Differenzirungsreihen, welche zunächst die Aufmerksamkeit des vergleichenden Histologen in Anspruch nehmen, immerhin noch als Glieder eines allgemeinen histologischen Planes dastehen können, ebenso wie in dem allgemeinen Entwickelungsplane der organischen Schöpfung auf jeder Stufe spezielle Entwickelungsreihen sich erheben.

II.

Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde.

Die vergleichenden Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde betreffen vorzugsweise die morphologischen Verhältnisse. Mit Rücksicht hierauf untersuchen wir zunächst mikroskopisch sowohl im Wirbelthierreich als bei den wirbellosen Thieren dasjenige Gebilde, welches man gewöhnlich unter dem Namen, Binde- oder Zellgewebe aufführt. Sodann sollen nach dem eben angegebenen Gesetz der Kontinuität diejenigen Gewebe-Bestandtheile in beiden Thierreichen, soweit möglich, aufgesucht und näher beleuchtet werden, welche sich als gleichartige und näher verwandte Differenzirungsglieder des Bindegewebes erweisen. In dem planmässigen Vorschreiten der vergleichenden Naturforschung kommt es nun darauf an, den Differenzirungsplan der als näher verwandt sich herausstellenden Gewebe-Bestandtheile zu kennen. Diese Erkenntniss wird dadurch vorbereitet, dass wir zwei möglichst von einander abweichende Gewebe unter den Verwandten in ihrer Entwickelung beobachten, und auf solche Weise über die nothwendige Reihenfolge der ver-

wandten Differenzirungsglieder, sowie über die gemeinhin durch äussere Verhältnisse hervorgerufenen eigenthümlichen Ausprägungen derselben in ihrer Differenzirungsreihe unseren vergleichenden Beurtheilungen Gehalt und Sicherheit verschaffen. Haben wir auf diesem Wege das Entwickelungsgesetz kennen gelernt, so werden wir in den Stand gesetzt sein, nach demselben das Bindegewebe und die verwandten Gebilde genetisch näher zu charakterisiren, die vorhandenen eigenthümlichen Ausprägungen der einzelnen Glieder der Entwickelungsreihe zu bestimmen und schliesslich auf anderweitige Erscheinungen, welche diese morphologisch sich abgrenzende Gewebe-Abtheilung offenbart, im Allgemeinen hinzuweisen.

Mikroskopische Untersuchungen des gewöhnlichen Bindegewebes bei den Wirbelthieren und im wirbellosen Thierreich.

Seit der besseren Beschaffenheit des Mikroskops sind die letzten Form-Elemente des Bindegewebes auf weiche, wasserhelle, locker oder geschwungen verlaufende lange Fäden von 0,0003‴—0,0009‴ Stärke zurückgeführt worden, die meist zu Bündeln von verschiedener Dicke zusammenliegen. Schon *Schwann* erwähnt (Mikroskop. Anat. p. 194) ferner, dass zwischen den Fasern des Bindegewebes, namentlich beim Foetus, aber auch im entwickelten Zustande, ausserdem eine Zwischensubstanz sich bemerkbar mache. Auch *Henle* findet die Bindegewebbündel durch einen formlosen Keimstoff verbunden, und führt namentlich an, dass zwischen den Bindegewebbündeln der brückenartig über die Vertiefungen des Gehirns an seiner Basis ausgespannten Arachnoidea eine sehr deutliche, die Breite der Bündel (nach der beigegebenen Zeichnung) gleichkommende und fast überragende, matte, feine granulirte Substanz vorhanden sei. Am Aus-

führlichsten hat Arnold (Hdb. der Anat. d. M. Bd. I. p. 199 sq.) die granulirte Masse zwischen der faserigen Substanz des Bindegewebes als Grundmasse desselben beschrieben. Sie ist nach ihm theils formlos, theils zu ziemlich breiten ($\frac{1}{100}$''' — $\frac{1}{30}$''') oder schmäleren durchsichtigen und lichten Bändern umgebildet.

Welche Erscheinungen sind es nun, die diese Ansicht von der elementaren Form des Bindegewebes begründen? Wenn man ein Stückchen Bindegewebe unter dem Mikroskop betrachtet, so sieht man in einer durchsichtigen, zuweilen fein granulirten Substanz bald mehr, bald weniger deutliche dunkle Streifen, welche gemeinhin nach einer und derselben Richtung und gewöhnlich im geschwungenen Verlauf fortgehen. In den Umgebungen liegen häufig isolirte bandartige Stücke (Bündel) mit denselben markirten Streifen; und auch in grösseren Partieen des Bindegewebes zeichnen sich dunkle Linien aus, die eine grössere oder kleinere Menge feiner Streifen umfassen und die den losgelöseten Bündeln gleichen. Wird ein Stückchen Bindegewebe gezerrt, so gelingt es in vielen Fällen (wie wir später sehen werden, in sehr vielen auch nicht), ziemlich leicht dasselbe nach einer bestimmten Richtung zu zerfasern. Durch das Mikroskop überzeugt man sich, dass die Zerfaserung in der Richtung der dunklen Streifen vor sich gegangen. Die losgelöseten Bündel liegen nun zahlreicher umher, und auch faserige Substanztheile von der Breite des Zwischenraumes zwischen zwei feinsten dunkeln Streifen (Fibrillen) verlaufen isolirt daneben. Bei solchen Erscheinungen war die Annahme sehr nahe, dass das Bindegewebe faseriger Natur sei und aus Bündeln und Fibrillen bestehe, dass die breiten und schmalen auseinanderliegenden dunklen Streifen den Begrenzungsflächen derselben entsprechen, und dass die streifenlose Substanz Zwischenmasse vorstelle.

Gleichwohl ist diese Deutung der Erscheinungen nicht zuverlässig. Dunkele Streifen in einer durchsichtigen organischen Substanz beweisen nicht nothwendig, dass man es mit den *Begrenzungsflächen* nebeneinanderliegender faseriger Bestandtheile zu thun habe; sie können mit gleichem Recht auf feinere und gröbere Faltenzüge bezogen werden. Der Umstand ferner, dass das Bindegewebe sich mechanisch, den Streifen entsprechend, in *isolirte Bündel und Fibrillen zerlegen* lasse, genügt zunächst nicht zu dem Beweise, dass die faserigen Bestandtheile auch im normalen Zustande *isolirt* im Bindegewebe vorhanden seien; ja, er hat nicht einmal hinlängliche Beweiskraft dafür, dass die unversehrte Bindesubstanz überhaupt eine faserige Natur irgend welcher Art besitze; da eine scheinbar einförmige, in Längsfalten sich legende Substanz in Folge einer vorausgegangenen Bildungsweise sehr wohl die physikalische Eigenthümlichkeit haben kann, den Faltenzügen entsprechend sich in beliebige schmale und breite Fasern spalten zu lassen.

Hiernach liessen sich mit gleichem Recht und mit gleicher, wo nicht zum Theil mit grösserer Zuverlässigkeit, noch zwei Deutungsweisen für die mikroskopischen Erscheinungen des Bindegewebes aufnehmen. Da bisher noch niemals, wenn nicht im zerfaserten Zustande, die freien Enden der Fibrillen und Bündel des Bindegewebes gesehen wurden, so dürften die dunklen Streifen, wenn sie nun auch auf freie Begrenzungsflächen bezogen würden, gleichwohl nur sehr langen Längsspalten einer durchsichtigen Substanz entsprechen können. Das Bindegewebe gehörte dann nicht zu den Fasergebilden im genetischen Sinne, sondern würde sich nur in Fasernetzgebilde zerlegen lassen, und den gefensterten Membranen oder dem elastischen Gewebe nahe stehen. Die als Zwischensubstanz gedeuteten Theile des Bindegewebes wür-

den für Partieen desselben zu halten sein, die nicht von Längsspalten durchbrochen wären. Inzwischen muss es ja überhaupt als ein noch zweifelhaftes Factum angesehen werden, dass die dunklen Streifen im unversehrten Zustande des Bindegewebes wirklich auch freien Begrenzungsflächen oder Rändern angehören; da dieselben, auch ohne dass man vorläufig auf die später mitzutheilenden Untersuchungen rücksichtigte, sehr wohl als der optische Ausdruck feinerer und gröberer Längsfalten aufgefasst werden können. In diesem Falle würde das Bindegewebe eine sehr leicht in Falten sich legende durchsichtige Substanz darstellen, deren faltenlose Stellen als Zwischensubstanz gedeutet wurden. Es wäre darum nicht nothwendig, dass die Bindesubstanz im Sinne der älteren Histologen und im Gegensatz zu den übrigen Geweben eine formlose zähe Substanz sei, die sich beliebig in Fäden und Blätter ausziehen und spannen lasse, sondern sie kann die Spaltbarkeit auch bei einer Entwickelung aus Zellen erhalten, was um so wahrscheinlicher wird, als diese Eigenthümlichkeit, wo sie im Bindegewebe vorzufinden ist, stets nur für eine bestimmte Richtung auftritt. Welche von Deutungsweisen in Betreff der Structur des Bindegewebes die richtige sei, oder ob vielleicht kombinirte Verhältnisse angetroffen werden, dieses sollen die im Sinne des genetischen Zusammenhanges unternommenen vergleichenden Beobachtungen über das Bindegewebe im Folgenden darlegen.

Zunächst liegen uns hier die Erscheinungen des Bindegewebes, welche in entwickelten Zuständen desselben, in der Reihe der Thierschöpfung und an verschiedenen Stellen der einzelnen Organismen anzutreffen sind. Zur Entscheidung der eben aufgestellten Kontroversen erscheint es immer passend, die Aufmerksamkeit besonders darauf zu richten, ob etwa die Bindesubstanz unter normalen Verhältnissen oder

bei geeigneter Behandlung Erscheinungen darbiete, die mit der einen oder der anderen Deutungsweise im Widerspruche stehen. Wichtige Aufschlüsse gewähren in dieser Beziehung schon die Untersuchungen in den beiden grössern Thier-Abtheilungen.

In den Körpern der Wirbelthiere, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, liess sich durchgehends, obschon mit später anzuführenden Einschränkungen, Bindegewebe mit allen den Eigenthümlichkeiten vorfinden, welche von den Histologen angeführt werden. Im wirbellosen Thierreich verhält es sich anders. Bei den Flusskrebsen, Insekten, Süss-Wasser-Schnecken, Blutegeln sucht man lange vergebens nach einem Bindegewebe, das im *geschwungenen lockigen* Verlauf fortgeht. An den bei weitem zahlreichsten Stellen des Körpers und bei den meisten wirbellosen Thieren fehlt durchgängig in der Bindesubstanz die *regelmässig* und *parallel* verlaufende dunkle dichte Streifung. Um die mikroskopische Ansicht von einer weniger gezerrten und mehr gleichförmig ausgebreiteten Fläche des Bindegewebes zu gewinnen, muss man das letztere, nach möglichster Entfernung der Epithelien, von der Innenfläche des Hautsystems, oder von der Aussenfläche des Darmsystems oder von etwa vorhandenen grösseren Muskelscheiden sich zu verschaffen suchen. Das Bindegewebe erscheint dann, sobald es in einer möglichst feinen Schicht ausgebreitet vorliegt, auf den ersten Blick wie aus äusserst feinen, kaum messbaren Fäden gebildet, die meist in grösseren Entfernungen von einander hinziehen und sich vielfach durchkreuzen. Etwa vorhandene in grösseren Abständen parallel verlaufende fadenartige dunkle Streifen divergiren später nach den verschiedensten Richtungen, und sie sowohl als andere Fäden laufen nicht selten in ästige Verzweigungen aus, ohne ihren Durchmesser zu verändern.

Wer das Präparat etwa von einem Blutegel oder einer Süsswasserschnecke unter der Loupe gemacht hatte, überzeugte sich, dass ein gleichförmiges zusammenhängendes Stück unter das Mikroskop gelegt wurde. Um so mehr musste es auffallen, nur scheinbare Fäden in weiten Abständen von einander zu erblicken. Auch der Umstand, dass diese Fäden nirgend isolirt in den Umgebungen des Präparates anzutreffen sind, muss unsere Aufmerksamkeit erregen. Sehr bald lehrt auch eine mit passender Dämpfung des Lichtes unternommene genaue Betrachtung des Bindegewebestückes, dass in der Begrenzung desselben eine dunkle Kontour fortläuft, in welche die dunklen fadenartigen Streifen endigen und mit ihr abschliessen. Diese dunkle Kontour gehört einer vollkommen durchsichtigen, glashellen und einförmigen Membran an, welche die Grundmasse des ganzen Präparates ausmacht, und die jene weiten Zwischenräume zwischen den einzelnen fadenartigen dunklen Streifen ausfüllen.

Ist nun diese Membran als Zwischensubstanz zwischen den etwa vorhandenen isolirten Fäden anzusehen, oder ist sie als die Grundmasse des ganzen Gewebes zu betrachten, in welchen die dunkeln fadenartigen Streifen entweder feinen Längsspalten oder Faltenzügen entsprechen? Die Entscheidung dieser Fragen ist hier nicht schwer, und ist theilweise schon aus dem Verlauf der fadenartigen Streifen zu entnehmen, die vollkommen das Ansehen und das Verhalten der Falten einer gezerrten feinen Dotterhaut haben. Versucht man aber ferner das Stückchen Bindegewebe zu zerfasern, so zeigt sich hier keine Spur von einer leichten Spaltbarkeit, wie bei den Wirbelthieren. Was sich in dieser Beziehung erreichen lässt, das ist ganz und gar abhängig von der mechanischen Gewalt der angewandten schneidenden Instrumente. Die Substanz hat vielmehr die Beschaffenheit einer spröden

sich leicht aufrollenden und in Runzeln legenden Membran. Daraus geht mit Sicherheit hervor, dass die dunkeln fadenartigen Streifen mit Längsspalten nicht in Verbindung zu bringen sind. Obgleich nun auch auf keine Weise die fadenartigen Streifen sich isolirt darstellen lassen, so wäre damit noch nicht positiv bewiesen, dass dieselben nicht als isolirte mit der übrigen Substanz innig verwachsene Fäden daständen. Auch diese Kontroverse lässt sich inzwischen vollständig beseitigen. Entsprechen die fadenartigen dunklen Streifen Faltenzügen der glashellen Membran, so wird und muss eine Veränderung des wirkenden Zuges bestehende Falten ausgleichen und andere von Neuem hervorrufen. Das geschieht denn auch in der That. Man verändert die Wirkungen des Zuges durch Nadeln oder noch besser durch Verschiebung der Druckplatten eines Kompressorium. Sogleich sieht man hier die fadenartigen Streifen die verschiedensten Richtungen im Verlaufe annehmen, dort ganz verschwinden, hier durch neue unter unseren Augen sich bildende dunkle Streifen ersetzt werden. Hiernach können diese dunkeln Streifen nur als die optischen Ausdrücke von Faltenzügen aufgefasst werden, die bei beliebiger Zerrung sich leicht in der einförmigen glashellen etwas spröden Substanz dieses Bindegewebes der wirbellosen Thiere bilden.

Bei dem Flusskrebse stossen wir an mehreren Stellen auf ein Bindegewebe, das in seinen Eigenthümlichkeiten mehr als das oben beschriebene der Bindesubstanz der Wirbelthiere sich nähert. Legt man ein Stück des weichen Bindegewebes aus den Scheiden des grossen pinselförmigen Kiefermuskels und deren Fortsetzungen auf die Innenfläche des Rückenschildes unter das Mikroskop, so findet man die dunkelstreifige Zeichnung zwar nicht so regelmässig und von geschwungenem Ansehen, aber doch eben so dicht und durch

4*

die ganze Substanz durchgreifend, wie in den gewöhnlichsten Fällen bei den Wirbelthieren. Ja, hat man ein Stückchen einer weichen *Sehne* (z. B. des pinselförmigen kleinen Muskels, der unmittelbar vor dem genannten grossen Kiefermuskel vorbeizieht) vor sich, so zeigt sich sogar eine regelmässige parallele Streifung, und nur der geschwungene Verlauf fehlt. Die Substanz dieses Bindegewebes ist ferner durch die grössere Weichheit und Nachgiebigkeit vor denjenigen ausgezeichnet, die oben bei den wirbellosen Thieren beschrieben wurde. Auch hierin zeigt sich eine grössere Uebereinstimmung mit dem Bindegewebe der Wirbelthiere.

Es entsteht nun wiederum die Frage, ob die dunkeln Streifen in der bezeichneten Bindesubstanz des Flusskrebses Fasern, Längsspalten oder Faltenzügen und Runzeln entsprechen? Die Versuche, dieses Bindegewebe zu zerfasern, misglücken zwar, namentlich bei den weichen *Sehnen*, nicht gänzlich, doch lässt sich auf keine Weise behaupten, dass die Substanz leicht spaltbar sei, oder irgendwie einen Beweis daraus hernehmen, dass die dunkeln Streifen als *Längsspalten* angesehen werden könnten. Niemals sieht man in der Umgebung des Präparates so eigenthümliche und zahlreiche Fibrillen oder Bündel, wie unter gleicher Behandlung des Bindegewebes bei den Wirbelthieren, so dass der Mangel oder mindestens der bedeutend geringere Grad von Spaltbarkeit als ein durchgreifendes Kennzeichen des *weicheren* Bindegewebes der wirbellosen Thiere betrachtet werden kann. Was von faserähnlichen Gebilden bei diesen Versuchen darzustellen ist, könnte selbst mit Rücksicht auf die früher erwähnte Bindesubstanz der wirbellosen Thiere, hier zur Genüge dadurch erklärt werden, dass die mechanischen Trennungsmittel mit einer mehr weichen und nachgiebigeren Substanz es zu thun haben.

Inzwischen lässt die genaue mikroskopische Beobachtung eines mit mechanischen Trennungsmitteln behandelten Präparates, das aber noch einige unversehrte Partieen des Bindegewebes beibehalten haben muss, den Gedanken an eine Faserbildung überhaupt gar nicht aufkommen. Sie ist für die Struktur des Bindegewebes, bei der Aehnlichkeit desselben mit dem der Wirbelthiere überdies so lehrreich, dass ich diese Untersuchung ganz besonders empfehlen muss. Losgelösete faserähnliche Gebilde, namentlich solche, die an einem oder beiden Enden noch mit einer, gewöhnlich dann mehr ausgespannten und gedehnten Partie des Bindegewebes in Verbindung stehen, breiten sich hier *allmählig* aus und gehen in eine Substanz über, die entweder ganz durchsichtig und gleichförmig, oder nur fein granulirt erscheint. An der engsten Stelle, an welcher das Instrument gewirkt hatte und die scheinbare Faser erzeugte, ist eine streifige Zeichnung nur undeutlich bemerkbar. In dem Grade als sich die faserähnliche Partie des Bindegewebes ausbreitet, werden divergirend auslaufende feine, dunkle Streifen sichtbar, die dann in der fein granulirten Masse verschwinden. Betrachtet man ein mehr zusammenhängendes Stück des Bindegewebes, so wird man finden, dass die Züge der dunklen Streifen mannichfach wechseln; hier verlaufen sie unregelmässig, dort regelmässig selbst dann, wenn das Bindegewebe im nicht gezerrten Zustande das Bild von mehr unregelmässiger Streifung darbietet. An vielen Stellen werden Längsstreifen von quer verlaufenden unterbrochen; und dann wiederum fehlen auch Gegenden nicht, namentlich an den Rändern der Substanz, wo die Streifung gänzlich fehlt, und eine fein granulirte, zuweilen mit einem dunklen, wie von einem Zellenkerne herrührenden Flecken versehene Masse anftritt.

Sehr lehrreich wird das Präparat, wenn, wie es hier nicht selten vorkommt, mitten in der Substanz und unter den Streifen eine künstlich erzeugte rundliche oder ovale Oeffnung sich befindet. Die in der Nähe gelegenen Streifen erleiden hier in ihrem Zuge eine Abänderung. Sie laufen entweder kreisförmig um die ganze Oeffnung herum, oder umschreiben eine ellipsoidische Figur, oder ziehen um die Enden einer etwa länglich runden Oeffnung parabolisch vorbei. Häufig geschieht es nun, dass die Form und der Verlauf des Randes der Oeffnung nicht mit der Form und dem Verlauf des Hauptzuges der in der Umgebung befindlichen Streifen harmonirt. In diesen Fällen bleibt zwischen beiden Theilen eine Partie der Substanz liegen, in welcher entweder eine allmählige Ausgleichung und Akkomodation der nächsten dunklen Streifen nach dem Rande der Oeffnung hin statt hat, oder die Streifen gänzlich fehlen und wiederum ein durchsichtiges, fein granulirtes und gleichförmiges Bindegewebe sichtbar wird.

Alle diese Erscheinungen lassen nur eine einzige Deutungsweise der dunklen Streifen an der bezeichneten Bindesubstanz wirbelloser Thiere zu; sie können allein dadurch vollkommen erklärt werden, dass man diese dunklen Streifen als Falten und Runzeln auffasst. Das Bindegewebe ist demgemäss auch hier, wie aus den Stellen hervorgeht, in welchen die dunkelstreifige Zeichnung fehlt, eine gleichförmige, nicht selten, wie es scheint, durch längliche Rudimente von Zellenkernen ausgezeichnete, meist fein granulirte glashelle Substanz, die bei einer grösseren Weichheit und Nachgiebigkeit auch eine grössere Neigung zur Bildung von Falten und Runzeln besitzt und leichter die Trennung in faserähnliche Gebilde gestattet, als das früher beschriebene Bindegewebe der wirbellosen Thiere.

In Rücksicht auf die Weichheit und Sprödigkeit des

Bindegewebes giebt es überhaupt im wirbellosen Thierreich zahlreiche Modifikationen, sowohl bei verschiedenen Thieren, als innerhalb der Grenzen des Körpers; und hiernach ändert sich auch das mikroskopische Ansehen losgetrennter Stücke der Bindesubstanz und das Verhalten der letzteren bei künstlichen Trennungen. Tritt die Bindesubstanz bei den wirbellosen Thieren nicht als kompaktes Hartgebilde auf, worüber später die nöthigen Mittheilungen gemacht werden, so bleibt sie vor derjenigen im Wirbelthierreich überall durch den Mangel oder doch bedeutend geringeren Grad der Spaltbarkeit ausgezeichnet; nirgends konnte namentlich der eigenthümliche *geschwungene* Verlauf der dunkeln Streifen wahrgenommen werden. Zuweilen bei der Untersuchung faseriger Gewebtheile, wie der Muskeln, wo in Folge der gewebartigen Anordnung auch die Bindesubstanz leichter in faserähnlichen Strängen darstellbar wird, geräth man in die Versuchung, die Anwesenheit solcher Fibrillen festzusetzen, wie sie bei den Wirbelthieren in Folge der leichten Spaltbarkeit des Bindegewebes daselbst erhalten werden. Bei geeigneter Dämpfung des durchfallenden Lichtes wird man auch hier sich überzeugen können, dass man es nur mit der Kontour eines ausserordentlich durchsichtigen, glashellen, mehr oder weniger gerunzelten Bindegewebe-Streifens zu thun habe.

Gehen wir jetzt zu dem Bindegewebe der Wirbelthiere über. Die genaueren Untersuchungen über die Bindesubstanz bei den wirbellosen Thieren haben zu Resultaten geführt, die sehr auffallend von denjenigen abweichen, welche aus den Beobachtungen über das Bindegewebe im Wirbelthierreich bisher gewonnen wurden. Es sind auch, wie schon öfters angedeutet worden, Unterschiede in der Bindesubstanz beider Thierreiche vorhanden, und so dürfte sich vielleicht die augenblickliche Vermuthung rege machen, dass die Binde-

substanz in beiden Thier-Abtheilungen nicht gleichartig sei, und dass zur Annahme einer solchen Gleichartigkeit auch keine nothwendigen Bedingungen vorliegen. Diese Ansicht hat indessen auch ohne Rücksicht auf die sogleich mitzutheilenden Untersuchungen nur wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Denn es wurde bereits in der einleitenden Betrachtung darauf hingewiesen, dass die organischen Körper als Glieder einer allgemeinen und speciellen Entwickelungsreihe Gleichartigkeiten in entfernteren und engeren Kreisen offenbaren. Die allgemeinste Gleichartigkeit der organischen Körper unter einander in der genannten Entwickelungsreihe bezieht sich auf das Verhältniss zur elementaren Zelle. Ihr zunächst steht aber diejenige Gleichartigkeit, welche sich auf die Veränderungen dieser einfachen elementaren Zellen zu sogenannten Geweben beziehen. Hier finden sich Uebereinstimmungen in der organischen Schöpfung nicht allein unter den Thieren, sondern, wie Beobachtungen gezeigt haben, zwischen Thieren und Pflanzen. Diejenigen wirbellosen Thiere, deren Bindesubstanz oben näher untersucht wurde, und die Wirbelthiere bilden nun gar nahe aneinanderstehende Glieder der allgemeinen Entwickelungsreihe, und hier zeigen sich histologische Gleichartigkeiten in weit ausgedehnterem Maasse. Die besprochenen wirbellosen Thiere stimmen hinsichtlich der Muskeln, Nerven, Epithelien etc. im Wesentlichen mit den Wirbelthieren überein. Wenn es nun auch nicht zu bezweifeln ist, dass Unterschiede in den angeführten Geweben der wirbellosen Thiere und der Wirbelthiere gewiss im höheren Grade vorhanden sein mögen, als unsere Erfahrungen und unsere Instrumente gegenwärtig nachweisen können; so ist ihre Gleichartigkeit gleichwohl so entschieden ausgeprägt, dass dasjenige Gewebe, welches die genannten Gebilde in organischer Verbindung erhält, unmöglich einen ungleichartigen Charakter haben kann.

Die bisherigen Betrachtungen über die Struktnr des Bindegewebes der wirbellosen Thiere hielten an der Ansicht fest, dass die Bindesubstanz der Wirbelthiere durchgängig die oben (p. 45) geschilderte Beschaffenheit habe. Inzwischen findet man in den Schriften der Histologen zahlreiche Beobachtungen, die diese Annahme mehr oder weniger beschränken. Bekannt ist es, dass mehrere Histologen einen Unterschied zwischen dem Bindegewebe und dem Sehnengewebe finden, obschon *Schwann* und *Henle* sehr richtig auf die zahlreichen Uebergänge zwischen beiden aufmerksam machen, und eine Trennung beider Gewebe nicht gestatten. Wichtiger ist die Bemerkung von *Henle* (Allg. Anat. p. 361). über die innerste Schicht der Sclerotica. Dieselbe ist nach ihm aus Fasern gebildet, die nicht zu Bündeln vereinigt sind, durch mannigfache Kreuzung ein Pelzwerk darstellen mit bedeutenden Zwischenräumen, welche von einer festen, structurlosen Membran ausgefüllt scheinen. Die Fasern sind steifer nd fester als die Bindegewebefibrillen, kräuseln sich nicht und lösen sich nicht, oder richtiger wohl, bleiben unverändert in Essigsäure; ich erinnere ferner an die Beschreibung der Zonula Zinnii desselben Histologen (Allg. Anat. p. 332 sq.) Auch die Beobachtungen *Henle's* über das Neurilem sind in dieser Hinsicht sehr bemerkenswerth. Die Septa zwischen den feineren Bündeln des Nervengewebes bestehen nach ihm aus Fasern oder Membranen, welche mehr Aehnlichkeit haben mit Formen, die das Bindegewebe während seiner Entwickelung durchläuft, oder Uebergänge zwischen Bindegewebe und Epithelien darstellen; zuweilen haben die Zellen um die Nervenbündel das Ansehen von structurlosen, glashellen oder schwach granulirten häutigen Röhren mit aufliegenden und in die Länge gezogenen Zellenkernen (Allg. Anat. p. 615). Endlich gehört hierher noch die Mittheilung *Bowman's* über

das parenchymatische Bindegewebe (Matrix *B.*) zwischen feineren Blutgefässen und Drüsenkanälchen in der Niere, welches als eine structurlose, fein granulirte Substanz beschrieben wird. (Philos. Transact. 1842. P. I. p. 57.) (Müll. Archiv. 1843. p. CCXVII.)

Alle diese Angaben, aus welchen mehr oder weniger deutlich hervorgeht, dass dem Bindegewebe der Wirbelthiere hie und da manche Erscheinungen eines Fasergebildes fehlen, kann ich durch eigene Beobachtungen erweitern und vervollständigen. Bei allen Wirbelthieren lassen sich, auch wenn ich vorläufig mich nur in denjenigen Begrenzungen halte, welche bisher für das Bindegewebe bezeichnet sind, im Bereiche des Drüsen- und Nervensystems ohne grosse Mühe solche Bindesubstanzen nachweisen, die nach dem Grade der Spaltbarkeit und nach den mikroskopischen Erscheinungen wesentlich mit dem Bindegewebe wirbelloser Thiere übereinstimmen.

In dem Parenchym der Nieren und der Wolff'schen Körper, der Hoden und des Eierstocks, der Leber, der Milz, auch der Schilddrüse findet man Lamellen von Bindegewebe, welches den Versuchen, durch Zerfaserung Bündel und Fibrillen darzustellen, durchaus widersteht und nur insoweit nachgiebt, als die schneidenden Instrumente wirken; das ferner hinsichtlich der dunkeln streifigen Zeichnung sich ganz so verhält, wie die Bindesubstanz, welche zuerst bei den wirbellosen Thieren beschrieben wurde, und das endlich da, wo die dunklen Streifen etwa an den Rändern des Präparates oder in der Umgebung einer Oeffnung, oder überhaupt in Folge einer geeigneten Ausspannung fehlen, als eine structurlose, glashelle oder fein granulirte, leicht sich faltende oder runzelnde Membran auftritt. Essigsäure pflegt auch hier nur wenig sichtbare Veränderungen hervorzubringen. Bei den Bemühungen, solche feine Lamellen des Bindegewebes von

dem bezeichneten Charakter zu erhalten, wird man sich leicht überzeugen, dass dieselben stets in den Umgebungen einfacherer und wenig zahlreicher Form-Elemente des Organs vorkommen. Ueberall dagegen, wo die Form-Elemente, welche durch die Bindesubstanz zu verbinden oder von anderen Theilen zu trennen sind, eine zusammengesetztere Structur haben oder in grösserer Anzahl (wenn auch von einfacherem Charakter) zusammengehalten und gewissermaassen in Lappen geschieden werden; da nimmt das Bindegewebe an Dicke zu, und gleichzeitig und graduell sich steigernd erscheinen mehr geregelte und endlich auch wellig verlaufende dunkle Streifen, so wie die Neigung sich in Bündel und in Fibrillen spalten zu lassen. Mit diesem Befunde in Uebereinstimmung zeigt sich dann, dass überall da, wo die obigen Bedingungen sich günstiger gestalten, auch überwiegender und auffallender das Bindegewebe von einfacherem Charakter zu Tage tritt; so bei den niederen Wirbelthieren und bei den kleinen und jungen höheren, bei welchen die Bindesubstanz weniger massenhaft ausgebildet. Oft wird hier dasselbe schon in der Umgebung etwa des ganzen Hoden-Parenchyms oder der Eierstöcke in sehr feinen Lamellen angetroffen. Es fehlt übrigens das Bindegewebe von der bezeichneten einfachen Struktur auch nicht in den äusserlich gelappten Drüsen der Wirbelthiere, nur ist es hier bei der Einrichtung des Organes etwas schwieriger, sich die geeigneten Stellen zu verschaffen.

Ein zweites System, in welchem das Bindegewebe von der bezeichneten Beschaffenheit auch in dem Wirbelthierreich leicht vorgefunden wird, ist das Nervensystem. *Henle* hat in dieser Beziehung schon sehr wichtige Beobachtungen mitgetheilt. Wie bei den oben genannten Drüsen, so treten auch in dem Parenchym des Nervensystems die stärkeren Anhäufungen der Bindesubstanz zurück; und die Nerven-Ele-

mente so wie die feinen Gefässe liegen, durch mehr oder weniger feine Lamellen desselben verbunden und geschieden, vor unseren Augen. Alle die Momente ferner, welche früher das Auffinden eines Bindegewebes von dem in Rede stehenden Charakter, bei den verschiedenen Thieren und mit Rücksicht auf die geeignetsten Gegenden für die Untersuchungen, begünstigten, haben auch hier ihre volle Geltung. Um sich davon zu überzeugen, dass diese Bindesubstanz eine durchaus gleichförmige, fein granulirte oder glashelle, zuweilen mit zahlreicheren Kernrudimenten versehene Lamelle darstelle, deren feinere oder gröbere, regelmässige oder ungeregelte dunkele Streifen durch Faltungen und Runzeln hervorgerufen werden, genügen vollkommen jene Mittel, die früher angeführt wurden. Hierbei darf man namentlich nicht unterlassen, jedesmal auf den Grad der Spaltbarkeit Rücksicht zu nehmen, um sich zu überführen, dass dieselbe an den Bindegewebe-Lamellen in den näheren Umgebungen der einfachen Formelemente des Nervensystems fast gänzlich fehlt. Bei den etwas stärkeren und nachgiebigeren Bindesubstanz-Hüllen, die noch nicht den leichtern Grad der Spaltbarkeit angenommen, gelingt es, wie überall, so auch hier und namentlich im Bereiche des sympatischen Nervensystems, mit mehr oder weniger leichter Mühe und durch geeignete Instrumente feine platte Fasern loszutrennen. Es sind dieses dieselben künstlichen Faser-Elemente, welche früher theils für sich allein, theils in Gemeinschaft mit wirklichen Nervenfasern und anderen fremdartigen Elementen als organische oder sympathische Nervenfasern gedeutet wurden.

Anmerk. In dem Berichte über die Leistungen in der mikroskopischen Anatomie des Jahres 1842 (Müller's Archiv 1844 p. CCVI sq.) habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, dass die von *Remak* zuerst beschrie-

benen sogenannten organischen Fasern des sympathischen Nerven künstliche, durch Zerrung oder bei der Präparation entstandene Faserprodukte der an sich homogenen mit zahlreicheren Kernrudimenten behafteten Bindesubstanz des Nerv. sympath. darstellen. *Remak* hat nun (Müller's Arch. 1844 p. 464 sq.) ohne Rücksicht hierauf die wirkliche Existenz seiner organischen Fasern von Neuem dadurch zu sichern geglaubt, dass er mehrere Widersprüche in seinen Angaben und Demonstrationen beseitige. Er weiset namentlich darauf hin, dass seine organischen Fasern *bei der Präparation* leicht ihre Breitendurchmesser stellenweise verändern und zusammensinken, ein Umstand, der auch in dem Ausdruck seiner Inauguraldissertation (§. 6) „in fila tenerrima facile se dissolventes" als ein Epitheton seiner grauen Fasern bezeichnet sein soll. Obgleich nun *Remak* der Ansicht ist, dass man gegen die wirkliche Existenz seiner organischen Fasern, die von ihm nur nach *morphologischen* Erscheinungen demonstrirt werden, nicht anders als mit einem *physiologischen* Experiment ausgerüstet auftreten könne, so glaube ich dennoch, diese *auffallende* Forderung um so mehr umgehen zu können, als ich nicht sowohl die organische Nervennatur als die normale *faserige* Beschaffenheit seiner organischen Nerven nach meinen Beobachtungen fortdauernd in Abrede stellen muss. Die Veränderlichkeiten in dem Durchmesser an den durch Zerrung entstandenen *künstlichen* Fasern der mit reichlicheren Kernrudimenten versehenen Bindesubstanz des Nerv. sympathicus erfordern keine weiteren Erklärungen; selbst ein und dieselbe, breitere, künstliche Faser kann, theilweise auf der Kante liegend, jenes von *Remak* angeblich durch Zusammenziehung entstandene Faserbild erzeugen.

Im Allgemeinen lassen sich passende Präparate von solchem einfachen Bindegewebe aus dem Innern des Nerven-

systems leicht herbeischaffen, indem man bei den peripherischen Nerven etwa vorhandene gröbere äussere Hüllen entfernt und bei dem centralen Cerebro-Spinalsystem die Fortsetzungen der Pia mater verfolgt, und dann die Nervenmasse allmählig hinwegspült. Bei kleinen höheren und bei den niederen Wirbelthieren zeigt das Bindegewebe der Pia mater selbst in dem äusseren Umfange des centralen Nervensystems gemeinhin jene einfache Beschaffenheit, und bei den grösseren höheren Wirbelthieren fehlt sie wenigstens da nicht, wo die Pia mater in feinen Lamellen vorüberzieht. Fast überall tritt das Bindegewebe der Arachnoidea als eine fein granulirte strukturlose Membran auf, die nur schwer in regelmässige Fasern getrennt werden kann, und gewöhnlich unregelmässige und weit abstehende Faltenzüge bildet.

Es liessen sich nun die Angaben, wo bei den Wirbelthieren die Bindesubstanz von dem bezeichneten einfachen Charakter anzutreffen sei, noch vielfach vermehren. Denn es wird sich herausstellen, dass dasselbe unter ähnlichen Bedingungen, wie bei den beiden angeführten Systemen, d. h. namentlich in den nächsten Umgebungen anderer elementarer histologischer Formgebilde, überall vorkomme. Inzwischen liegt es im Plane vorliegender Mittheilungen, die Untersuchungen an die bestehenden und bekannten Erfahrungen anzuschliessen, und in solcher Weise allmählig vorwärts zu führen. Demgemäss beschäftigt uns zunächst die Untersuchung desjenigen Bindegewebes der Wirbelthiere, welches sich durch den geschwungenen Verlauf, durch die grössere Regelmässigkeit der dunkeln Streifen und durch die leichte Spaltbarkeit in Bündel und Fibrillen auszeichnet. Bei den vielen Uebergängen, die dieses letztere Bindegewebe mit dem vorher beschriebenen einfacheren unterhält, lässt sich schon mit Zuversicht voraussehen, dass wir es auch hier

nicht mit einem ursprünglichen Fasergebilde zu thun haben können. Dagegen wäre es möglich, dass die leichte Spaltbarkeit dieses Bindegewebes durch das Auftreten von Spaltöffnungen in der bisher einförmigen Masse bedingt sei, und dass die dunklen Streifen theilweise oder ganz hiermit in Verbindung ständen. Die folgenden Beobachtungen dürften die Zweifel hierüber beseitigen.

Legt man ein Stückchen des Peritonaeum vom Frosch etwa von den hinteren Befestigungsbändern der Leber, wo weniger Nerven und Gefässe hindurchgehen, nach Entfernung des Epithelium und im möglichst ungezerrten Zustande unter das Mikroskop, so kann man sich zunächst überzeugen, dass dasselbe vollständig die Erscheinungen des oben beschriebenen Bindegewebes darbietet. Auch lehren die Versuche behufs der Zerfaserung, dass die Masse leicht spaltbar ist, und dass Bündel und Fibrillen sich ohne Mühe darstellen lassen. Wendet man nun das Compressorium an, so gewahrt man, dass bei dem ersten Druck auf das Präparat der eigenthümliche geschwungene Verlauf des Bindegewebes schwindet, und auch die Contouren der stärkeren Bündel verloren gehen, während zahlreiche *feine* dunkle Streifenzüge hervortreten. Schiebt man bei dieser Stellung des Kompressorium die Druckplatten nach irgend einer Seite hin, die die Richtung der dunklen Streifenzüge durchschneidet, so sieht man die letzteren unter den Augen unregelmässig werden und einen dem Druckzuge entsprechenden Verlauf annehmen. Wird der Druck nun verstärkt, und gelingt es etwa durch Fixirung eines Wassertropfens unter die Druckplatte denselben stellweise noch zu vermehren, so werden die Zwischenräume zwischen den dunkeln Linien durchgängig noch feiner, und das streifige Ansehen verliert an Regelmässigkeit. Endlich an denjenigen Stellen, wo der Druck am kräftigsten gewirkt,

erscheint die Bindesubstanz als eine durchsichtige, gleichförmige und nur fein granulirte organische Masse, an welcher nur zuweilen längliche dunkle Flecke (Zellenkern-Rudimente) sichtbar sind. Wird darauf der Druck gradatim gemässigt und schliesslich ganz und gar aufgehoben, so treten dieselben Erscheinungen zurückschreitend allmählig wiederum auf, und zuletzt hat das Bindegewebe dasselbe Ansehen wiedererhalten, welches vor dem Druck vorgefunden wurde.

Aus diesen Erscheinungen ergiebt sich das unzweifelhafte Resultat, dass auch dieses in Bündel und Fibrillen leicht spaltbare Bindegewebe im normalen Zustande weder aus solchen scheinbaren isolirten Faserelementen bestehe, noch ein durch längliche Spaltöffnungen erzeugtes Fasernetz bilde, sondern ebenso eine gleichförmige, scheinbar strukturlose Substanz darstelle, wie das gar nicht oder doch nur schwer in Fasern trennbare Bindegewebe. Jene mit der leichten Spaltbarkeit gewöhnlich zugleich auftretenden, geschwungenen und regelmässigen, scheinbaren Faserzüge sind nichts weiter als mikroskopische Bilder von Erhebungen und Vertiefungen von entsprechenden Runzeln und Falten dieser gleichförmigen Substanz. Sämmtliche Erscheinungen unter dem Kompressorium sind auf das vollkommenste dadurch erklärt, dass ein Druck auf Runzeln und Faltenzüge der Bindesubstanz eingewirkt hat. In Folge dieses kräftigen Druckes erleidet das Bindegewebe eine solche Ausspannung, dass die Runzeln und Falten sogar schwinden und die einförmige, fein granulirte Membran zum Vorschein tritt.

Es ist für die Untersuchungen über die Struktur des gewöhnlichen, faltenreichen und leichter spaltbaren Bindegewebes von grossem Interesse, ein Beispiel zu haben, in welchem die Natur unter normalen Verhältnissen eine ähnliche Ausspannung des Bindegewebes, wie sie mit Hilfe des Kom-

pressorium unternommen werden kann, vor unseren Augen ausführt. Dieses so wichtige Beispiel liefern uns die Pacinischen Körperchen. Dieselben bestehen aus einem System zahlreich in einander geschachtelter und durch ein eiweissartiges Fluidum von einander getrennter Kapseln, in deren innerster centraler Höhle, wie *Henle* und *Kölliker* gezeigt haben (Ueber die Pacinischen Körperchen von *Henle* und *Kölliker*, 4to. Zürich. 1844.), eine, wie es scheint, meist einfache Nervenfaser eingeschlossen ist. Sowohl *Pacini* als die zuletzt genannten Forscher sind darüber einig, dass die Kapseln, wenigstens sicher die äusseren (*H.* und *K.*), aus Bindegewebe gebildet seien. Wer die Pacinischen Körperchen im frischen und unversehrten Zustande unter dem Mikroskop betrachtet, dürfte sicherlich dieser Ansicht nicht beitreten wollen, sobald er die gewöhnlich angegebene Struktur des Bindegewebes zum Maasstabe seines Urtheils über die vorliegenden Erscheinungen erhebt. Denn die genaue mikroskopische Untersuchung lehrt, dass die Wandungen der Kapseln durchaus glashelle (bei Katzen), strukturlose Membranen darstellen. Keine Spur von Faserung, von Spaltöffnungen, überhaupt von dunklen Streifen ist bemerkbar: nur die in der Substanz der Membranen befindlichen länglich ovalen Kerne markiren sich ziemlich zahlreich besonders dann, wenn man die Kontouren der Kapseln verfolgt, wo die Lichtstrahlen durch den Breiten-Durchmesser der Kerne hindurchgehen.

Sehr bald jedoch, wenn man das Präparat mit Wasser befeuchtet hatte, oder auch ohne dasselbe, im Falle nur ein kleiner Theil des Fluidum aus den spatia intercapsularia herauszutreten Veranlassung gefunden, erscheinen, namentlich an den Wandungen der äusseren Kapseln, sehr feine dunkle Streifen, welche in der Richtung des queren Durchmessers

der ovalen Pacinischen Körperchen verlaufen. Auch die Kontouren der Kapseln sind jetzt nicht mehr gleichmässig gerade, sondern zeigen sehr kleine Erhöhungen und Vertiefungen, entsprechend den bezeichneten Streifen. Bei richtiger Stellung des mikroskopischen Focus überzeugt man sich, dass die unregelmässige Kontour der Kapsel der ganzen Dicke ihrer Wandung angehört. Steht das Mikroskop nicht genau in dem, der äussersten Kontour entsprechenden Focus, so treten nach innen von derselben die bekannten hellen, oder auch eine helle und eine dunkle Kontour auf, welche letztere von den gebrochenen Lichtstrahlen herrührt, die durch die Substanz an der äussersten Beugungsstelle der Kapsel hindurchgehen. Diese dunkle Kontour verläuft erklärlicherweise gerade, und ist, wie mir scheint, Veranlassung gewesen, dass *Henle* und *Kölliker* die Wandung der Kapsel als aus zwei Schichten bestehend beschrieben haben. Die feinen dunklen Querstreifen sollen nach ihnen von den feinen Bindegewebe-Fibrillen erzeugt sein, die unregelmässige Kontour der Kapsel den scheinbaren Querschnitt derselben darstellen, die innere gerade verlaufende dunkle Kontour auf die aus Längsfasern gebildete innere Schicht der Kapsel zu beziehen sein. Dass diese innere Schicht in der That nicht existirt, davon kann man sich auch dadurch überführen, dass man durch geeignete Schnitte an den Enden und durch die Axe des Pacinischen Körperchens möglichst unversehrte Abschnitte der Kapselwandung sich verchafft, und nun die einfachen Lamellen derselben vor sich sieht.

Solche Abschnitte der Kapselwandungen haben aber auch ferner das unzweifelhafte Ansehen von gewöhnlichem Bindegewebe. Dünnere und dickere dunkle Streifen ziehen in regelmässigerem und unregelmässigem Verlauf an den Lamellen hin, und dazwischen liegen ungestreifte Partieen der

Substanz. Da man die Schnittchen sich leicht so verschaffen kann, dass der Längs- und Querdurchmesser des Pacinischen Körperchens an ihnen markirt ist, so gewahrt man bald, dass die Züge der dunklen Streifen im Längsdurchmesser liegen, in welchem auch die oben bezeichneten, jetzt weniger sichtbaren Kerne mit ihrem Längsdurchmesser sich ausdehnen; jene feine dunkle Querstreifung fehlt gänzlich. Selbst an den unversehrten Pacinischen Körperchen kann man die Verwandlung der feinen dunkeln Querstreifen der Kapselwandungen in mehr oder weniger unregelmässige Längsstreifen verfolgen, sobald man nur durch einen künstlich gemachten Einstich, etwa in die äusserste Kapsel, allmählig den grössten Theil des Fluidum aus den spatia intercapsularia heraustreten lässt. Man muss sich inzwischen hier in Acht nehmen, die Kontouren der einzelnen Kapseln für Längsstreifen zu halten, was um so leichter zu vermeiden ist, wenn nur die äusserste Kapsel angestochen wird.

Die Wandungen der Kapseln lassen sich zerfasern in der Richtung des Längsdurchmessers der längsovalen Kerne und entsprechend den Längsstreifen. An den äusseren Kapseln gelingt dies leicht, und es werden so die schönsten Bindegewebefibrillen erzeugt; an den innersten Kapseln schwerer, und man erhält leicht jene Fasern, die nach *Henle* und *Kölliker* denen gleichen, welche auf ähnliche Weise an den Membranen Zonula Zinnii und Lamina fusca hervorgebracht werden können. Die genannten Forscher bringen diese letzteren Fasern mit den Zwischenlamellen in Verbindung, welche hin und wieder durch die Spatia intercapsularia hindurch zwischen je zwei Kapselwandungen sich befinden, und eine Einschnürung der Kapselwandung bei der gleichzeitigen Ausspannung derselben durch das interkapsuläre Fluidum bewirken. Hatte nun schon die erste Anspannung an einem frischen

unversehrten Pacinischen Körperchen gezeigt, dass die Kapselwandungen durchaus homogene, glashelle, nur mit Kernen versehene Lamellen darstellen; konnte man sich ferner überführen, dass die später entstehenden feinen Querstreifen derselben nicht auf vorhandene feine Fibrillen zu beziehen seien: so kann man sich jetzt nach der schon öfter bezeichneten Methode, durch mässige Ausdehnung der losgeschnittenen Lamellen mit Nadeln oder mit Hilfe eines Kompressorium, auf das Bestimmteste überzeugen, dass die bei stärkerer Zerrung entstehenden Fasern nicht präformirt in den Lamellen vorhanden sind, und auch nicht die Erscheinung der dunkeln Längsstreifen bewirken. Die Verhältnisse sind hier im Gegentheil von der Art, dass man die Abhängigkeit der dunklen mehr oder weniger unregelmässigen und regelmässigen Streifen von den sich bildenden Faltenzügen der Lamellen äusserst klar und deutlich anerkennt.

Die Wandungen der Kapseln hängen an ihrem, dem Stiele entgegengesetzten Ende und an der Peripherie (im Mesenterium der Katzen) mit dem sie umgebenden Bindegewebe zusammen. An dem Stielende gehen sie kontinuirlich, wie *Pacini* es bereits ausgesprochen, in das Neurilem über, welches die Nervenfaser von dem Nervenaste zum Pacinischen Körperchen begleitet. *Henle* und *Kölliker* sprechen sich hierüber nicht bestimmt aus. An dem inneren Kapselsystem lässt sich der kontinuirliche Uebergang in das Neurilem des Stielfortsatzes leicht übersehen; an den äusseren Kapseln bedarf es nur der Entfernung des die Wandungen ausspannenden Fluidum, um ebendasselbe zu gewahren. Fügt man hinzu, dass *Henle* und *Kölliker* an den Pacinischen Körperchen bei Neugebornen eine geringere Quantität Fluidum innerhalb der Spatia intercapsularia beobachteten, so kann man über die Entstehung der Kapseln sich leicht eine Vorstellung ma-

chen. Es sammelt sich zwischen den Lamellen des Neurilems an der Stelle der künftigen Pacinischen Körperchen das eiweissartige Fluidum an, und spannt dieselben zu einem eingeschachtelten Kapselsystem allmählig aus. In dem Grade, als die einzelnen Lamellen von dem Neurilem sich abheben, muss dasselbe an Dicke abnehmen und jene konische Form in dem sogenannten Stielfortsatz erzeugt werden, der von der äussersten Kapsel bis zu der innersten im Centrum des Kapselsystems an dem Stielende sichtbar ist. Die Ausspannung durch die Ansammlung des Fluidum zwischen den einzelnen Kapseln geht so weit, dass alle sonst sichtbaren, von den Längsfalten herrührenden Streifen vollständig ausgeglichen werden, und dass nun das ursprüngliche homogene Bindegewebe mit seinen eingestreuten Kernen auf das deutlichste zu Tage tritt. Entfernt sich in Folge von Diffusion eine kleine Quantität des Fluidum zwischen den Spatia intercapsularia, so muss, namentlich unter einem Druckplättchen, bei der Richtung der Ausdehnung im Querdurchmesser der Kapsel, zunächst jene Querstreifung in Folge von feinen Faltenzügen hervortreten, worauf auch die genaue Betrachtung der Konturen der Kapseln leicht hinführt. Wird das Fluidum in grösserer Quantität oder gänzlich entleert, so erzeugen sich jene mehr oder weniger regelmässigen Faltenzüge und die entsprechenden dunkeln Streifen, in welche das Bindegewebe aus freien Stücken in der Richtung des Längsdurchmessers der längsovalen Kerne sich legt. Wie ferner aus den bisherigen Beobachtungen über das gewöhnliche Bindegewebe sich ergab, dass die Neigung desselben, sich in Fasern spalten zu lassen, in dem Grade abnehme, als man es mit demjenigen Bindegewebe zu thun habe, welches in nächster Umgebung der Elementargebilde angetroffen wird, so auch hier in Betreff des inneren Kapselsystems. Die Resultate über die

Struktur des Bindegewebes, welche wir bisher nur auf mühsamem Wege zu erringen vermochten, werden so an den Pacinischen Körperchen in einer Weise an den Tag gelegt, dass man auf das Freudigste überrascht wird.

Hat man nun die Ueberzeugung gewonnen, dass auch das leicht spaltbare Bindegewebe eine an sich faserlose, scheinbar strukturlose durchsichtige Substanz darstellt, so wird man vielfach Gelegenheit haben, auch an feinen frischen Schnittlamellen und theilweise zerfaserten Stückchen der mächtigen fibrösen Häute, wie der Dura mater, Sclerotica, der dicken Tunica albuginea der Drüsen, ferner der fibrösen Muskelscheiden und auch der Sehnen, solche Partieen namentlich an den Rändern des Präparates zu gewahren, welche die bezeichnete Beschaffenheit des Bindegewebes zu Tage treten lassen. Inzwischen kann man hier auf leichtere und um Vieles überzeugendere Art zum Ziele gelangen, wenn man sich von diesen Gebilden im trockenen Zustande recht feine, nach verschiedenen Richtungen geleitete Schnittchen verschafft, und durch Hinzusatz von Wasser dem Präparate die normale Beschaffenheit wiedergiebt. Es ist gut, wenn die Bindesubstanz nicht zu trocken geworden ist, da dann einestheils im Innern derselben leicht Risse entstehen, welche das mikroskopische Bild trüben, und andererseits auch die Durchschnittchen schwerer zu machen sind und gleichfalls Einrisse z erhalten pflegen. Um die Schnitte nach allen Richtungen hin bequemer ausführen zu können, wählt man am besten halbtrockene stärkere Sehnen. Man entfernt dann mit einem recht scharfen Messer die äusserste Schicht derselben, da hier zu sehr gezerrte Partieen der Bindesubstanz vorhanden sind, und macht nur feine Schnittchen im Längs- und Querdurchmesser nach verschiedenen Richtungen. Die Durchschnitte müssen so fein sein, dass ihre Dicke bei einer

450fachen Vergrösserung kaum bemerkbar ist. Das lässt sich, insofern meine Versuche maassgebend sind, noch am sichersten bei Partikelchen erreichen, die in ihrem Längen- und Breitendurchmesser nicht viel eine Linie übersteigen. Grössere Stückchen pflegen nur an dem auslaufenden Ende des Schnittes die geeignete Dünnheit zu besitzen.

Betrachtet man nun solche feinste, angefeuchtete Partikelchen unter dem Mikroskop, nachdem man dieselben, um Irrungen zu vermeiden, aus den verschiedenen Richtungen auf verschiedene Objektträger gelegt hatte, so wird man mit Erstaunen gewahr, dass auch nicht der geringste Unterschied in den wesentlichsten Erscheinungen der verschiedenen Schnittchen vorzufinden ist. Ob man Quer- oder Längsdurchschnittchen der Sehne vor sich hat, stets sieht man dieselben feinen, vollkommen durchsichtigen Lamellen, die gewöhnlich, wenn die Schnittchen recht fein sind und rechte scharfe Messer angewendet wurden, nach zwei Richtungen hin regelmässige äusserst feine dunkle Streifen zeigen. Auf den ersten Blick dürfte man sich verleiten lassen, diese Streifen, die oft nur bei einiger Dämpfung des durchfallenden Lichtes sichtbar werden, auf die Anwesenheit feiner Fibrillen zu beziehen. Auch spräche dafür, dass die Längsschnittchen in Fasern und Fibrillen getrennt werden können. Inzwischen finden sich die feinen Streifen auch an Querschnittchen, und hier gelingt die Zerfaserung nicht. Die dunkeln Streifen rühren vielmehr von den Riffen her, welche die Zähne des Messers an der nachgiebigen Bindesubstanz hervorrufen. Man überführt sich leicht davon, wenn man sich die Richtung der Züge merkt, die vor und hinter einem Schnittchen geführt wurden. Der Winkel, unter welchem die dunkeln Streifen an einer Lamelle zusammentreffen, entspricht jedesmal demjenigen des vor und hinter dem Schnitt-

chen geführten Messerzuges. Bei der Dünnheit der Lamelle werden die auf ihren beiden Flächen befindlichen Riffe gemeinhin zugleich als entsprechende feine dunkle Striche sichtbar. Auch die Beschaffenheit der Ränder des Präparates, die kleinen regelmässigeren oder unregelmässigen Zacken dürften auf die Einwirkung der feinen Zähne des Messers zu beziehen sein.

Die feinsten Durchschnittslamellen erweisen demnach, dass auch die Bindesubstanz der Sehnen durchaus eine vollkommen einförmige und scheinbar strukturlose Masse darstelle und nicht die geringste Spur von Fasern oder Spaltöffnungen zur Schau trage.

Sind die Schnitte etwas dicker gerathen, so verliert das Präparat an Klarheit und wird durch Nebenerscheinungen getrübt. Da sägeartig geführte Messerzüge, und, bei der nicht genügenden Schärfe des Instrumentes, eine reissende Druckanwendung in der halbtrockenen, festeren oder etwas nachgiebigeren und zähen Substanz wohl kaum gänzlich zu vermeiden sind, so werden bei den Längsschnitten sehr leicht gefaserte Massen erzeugt, und an den Schnittchen aus der Dicke der Sehne machen sich gewöhnlich unregelmässige dunkle kurze Streifen bemerkbar, welche den Absätzen des sägeartig und zugleich zerrend wirkenden Messers entsprechen. Auch fehlt es den dickeren Längsschnitten nicht an jenen dunkeln Längsstreifen, welche im normalen Zustande an den Sehnen sichtbar sind, und die, wie es die feinen Längsschnittchen erweisen, auf keine Weise mit irgend einer Faserung oder einer Längsspalten-Bildung, sondern mit solchen Erhebungen und Vertiefungen in Verbindung zu bringen sind, die bei der Neigung des vorliegenden Bindegewebes, Falten und Runzeln zu bilden, hervorgerufen werden. An den grösseren Querschnitten dagegen zeigen sich die

dunkeln Kontouren gemeinhin als dendritisch verzweigte Gänge, welche von den beim Eintrocknen der Bindesubstanz entstehenden Sprüngen und Rissen herrühren.

In Betreff der feinen Durchschnittchen wäre noch zu bemerken, dass hier, wie überall, wo das Bindegewebe in recht feinen und namentlich platten Lamellen gegeben ist, die chemischen Veränderungen bei Anwendung der Essigsäure kaum sichtbar hervortreten.

Die oben beschriebenen Versuche lassen sich nun, wenn auch mit grösseren oder geringeren Schwierigkeiten und gemeinhin nicht so übersichtlich, auf andere Regionen des Bindegewebes erweitern, sobald es nur möglich ist, feine Lamellen von einem ungezerrten Stücke sich zu verschaffen. Sie alle führen indess zu einem und demselben Resultate, zu demjenigen, welches aus allen bisher mitgetheilten Untersuchungen über das Bindegewebe der verschiedensten Thiere, aus den verschiedensten Gegenden des Körpers und selbst unter verschiedener physikalischer Beschaffenheit zweifellos hervortrat. Dieses übereinstimmende Endresultat der Beobachtungen über die Struktur des Bindegewebes sagt uns, dass dasselbe eine scheinbar strukturlose, mit einer kleineren oder grösseren Anzahl von Kernrudimenten versehene, gleichförmige, glashelle oder fein granulirte, durchaus faserlose *) und undurchbrochene Substanz darstelle, welche sich leicht in regelmässigere oder mehr unregelmässige Falten und Runzeln legt, oder doch von den Rändern aus aufrollt, die ferner hier eine mehr rigidere, an einer andern Stelle eine mehr nachgiebige und zähe Beschaffenheit besitzt, und end-

*) Die von *Henle* entdeckten Spiralfasern haben mit dem Bindegewebe morphologisch gar keine Uebereinstimmung, und dürfen mit denselben auf keine Weise zusammengeworfen werden.

lich bald leichter, bald schwerer oder gar nicht in Fasern künstlich sich zerlegen lässt.

Das faserige Ansehen des gewöhnlichen Binde- und Sehnengewebes ist also nur erzeugt durch die dunkeln und hellen Streifen der in Falten liegenden homogenen Masse desselben; die bei der Zerrung und Zerfaserung darstellbaren Bündel, Fasern, Fibrillen sind die künstlichen Produkte der leicht spaltbaren Substanz. Es ist unvermeidlich, dass dieses Resultat der Untersuchungen die Histologen gewiss vielseitig überrascht. Viele Male habe ich selbst gegen meine Befunde protestirt. So oft man ein gezerrtes Stück Bindegewebe unter dem Mikroskop betrachtet, wird man immer von Neuem dahin getrieben, Fasern und Bündel im Bindegewebe anzunehmen. Nur mit Mühe kann man sich von einer einmal gangbaren Ansicht losmachen. Gleichwohl sind die mitgetheilten Beobachtungen der Art, dass man jetzt schon die bezeichnete Beschaffenheit des gewöhnlichen Binde- und Sehnengewebes nicht mehr bezweifeln kann, selbst, wenn man auf die nun folgenden Untersuchungen keine Rücksicht nehmen wollte.

Die verwandten Gebilde des gewöhnlichen Bindegewebes, untersucht und bestimmt nach dem Kontinuitäts-Gesetz.

Die bisherigen Untersuchungen haben sich nur mit der Frage beschäftigt, wie das gewöhnliche Bindegewebe im ausgebildeten Zustande bei verschiedenen Thieren und an verschiedenen Stellen des Körpers mikroskopisch beschaffen sei. Dieses ist der Anfang einer jeden histologischen Untersuchung, wie einer jeden Forschung in der organischen Natur überhaupt. Die nächste und wichtigste Frage bleibt aber immer

die nach dem genetischen Zusammenhange des vorliegenden organischen Gebildes. Für die Lösung dieser Aufgabe haben die mitgetheilten Beobachtungen über das Bindegewebe keine Momente geliefert. Wir kennen zwar verschiedene Zustände des Bindegewebes sowohl in einem und demselben Organismus als bei verschiedenen Thieren. Diese Verschiedenheiten des Bindegewebes betreffen jedoch hauptsächlich den Grad der Spaltbarkeit und der Konsistenz, und gewähren keine Anhaltspunkte für die Auffassung desselben im Sinne des genetischen Zusammenhanges. Zufolge dieses genetischen Zusammenhanges steht, wie oben auseinandergesetzt wurde, ein jedes Gewebe mit seiner eigenthümlichen Ausprägung als ein bedingtes Glied einer Entwickelungsreihe da, welche dasselbe mit gleichfalls eigenthümlich auftretenden verwandten Gebilden formirt. Daher ist für die vergleichende Naturforschung, damit sie möglichst sicher die eigenthümlichen Ausprägungen eines Gewebes auf der genetisch-typischen Grundlage unterscheiden könne, die Kenntniss anderer möglichst differenter Glieder jener Entwickelungsreihe nothwendig, zu welcher das Bindegewebe gehört. Für das Aufsuchen und Bestimmen solcher Entwickelungsglieder ist, wie oben auseinandergesetzt wurde, die Kenntniss von der Art und Weise des Zusammenhanges der Gewebe innerhalb des Organismus von der äussersten Wichtigkeit. Auch ohne die so schwierig zu ermittelnde Entwickelung der einzelnen Gewebe zu kennen, vermag hier der vergleichende Histologe nach dem Gesetz der Kontinuität mit Sicherheit die näher verwandten Glieder eines Gewebes festzusetzen. Dieses Gesetz sagte aber aus, dass alle Gewebe, welche in einem *kontinuirlichen* Zusammenhange im Organismus angetroffen werden, bei aller Differenz, die sie jenseits der Uebergangsstelle offenbaren mögen, gleichwohl zu einer und derselben speziellen Entwicke-

lungsreihe gehören, und unter einander gleichartige Glieder darstellen müssen. Das umgekehrte Gesetz enthält, wie gezeigt wurde (p. 42 sqq.), eine gleich gesicherte Konsequenz, doch liegen der praktischen Anwendung zu grosse Hindernisse im Wege.

Bekannt ist es nun, dass das Bindegewebe, so genanntes geformtes und ungeformtes, von den verschiedensten Theilen des Körpers mit einander in Verbindung steht, so zwar, dass nicht eine einzige Stelle im Organismus existirt, an welcher eine vollkommen isolirte Partie Bindegewebes anzutreffen wäre. Von dem kontinuirlichen Zusammenhange dieses Bindegewebes kann inzwischen hier nicht die Rede sein. Wir haben vielmehr Verbindungen aufzusuchen, die zwischen diesem Bindegewebe und anderen von demselben mehr oder weniger differirenden Geweben stattfinden, und hier den Zusammenhang der mikroskopischen Form-Elemente näher zu untersuchen. Solche Verbindungsstellen bieten sich dar: zwischen Muskel und Sehnen, zwischen den Sehnen und den Knorpeln oder Knochen und den Hartgebilden wirbelloser Thiere, zwischen Sclerotica und der Cornea, zwischen der Descemet'schen Haut und dem Ligamentum iridis pectinatum, zwischen der oberflächlichen Bindegewebe-Schicht, die unmittelbar unter dem Epithelium der Schleimhäute liegt, und deren Fortsetzungen ebendaselbst in Gegenden, wo sie *Henle* Tunica intermedia genannt, und in den feinsten Drüsenkanälen hinein, wo sie als Tunica propria der Drüsen angesprochen wird; ferner zwischen der Tunica adventitia und den inneren Gefässhäuten u. s. w. Es sind dieses die auffallendsten Verbindungsstellen des gewöhnlichen Bindegewebes mit mehr oder weniger differirenden Geweben, deren Untersuchung mir gleichzeitig ein bestimmtes Resultat ergab.

In Betreff des Zusammenhanges der Sehnen und des

Bindegewebes mit den Muskeln und den Hartgebilden sind die Beobachtugen am Flusskrebs, namentlich an dessen grossen, pinselförmigen Kiefermuskeln von ausserordentlichem Interesse. Dieser Muskel ist mit dem einen Ende durch eine lange Sehne an den Kiefer befestigt, mit dem anderen, wie es scheint, unmittelbar an das Rückenschild. Die Sehne sowohl als der Muskel sind, indem sie frei durch die Höhle des Thieres hindurchgehen, von Epithelien überzogen, welche auf einer oberflächlicheren weicheren Schicht Bindegewebes ruhen. Zieht man dieselbe von der Sehne ab, so erweiset sich der übrige und grösste Theil der Sehne als eine fast knochenharte Substanz, die unter dem Mikroskop, wie die weicheren Sehnen des Thieres, dunkel doch öfters etwas unregelmässig längsgestreift erscheint, und bei dem Druck eines schneidenden Instrumentes sehr leicht in Fasern splittert. Kurz vor der Anfügungsstelle an den Muskel zerfällt die Sehne ihrer Länge nach in ein Bündel kleinerer dünner Sehnen, die divergirend zwischen die Fasern des Muskels auslaufen und dabei von neuem sich theilen.

Wird nun dieser Muskel durch einen Querschnitt von seiner Befestigung an der Sehne und an dem Rückenschilde getrennt und auf einer Glasplatte ausgebreitet, so bemerkt man bald, dass die sehr starken, schon mit blossem Auge erkennbaren primitiven Muskelbündel mit dem einen Ende wie durch einen Stiel mit den viel feineren Sehnen-Zweigelchen in naher Verbindung stehen. Man sucht dann eine solche feine Sehne, an welcher gewöhnlich mehrere primitive Muskelbündel, wie Eicheln an ihren Stengeln, hangen, von den übrigen behutsam zu entfernen und isolirt so unter das Mikroskop zu bringen, dass namentlich das Verbindungsstück mit der Sehne übersichtlich betrachtet werden kann. Sehr bald zeigt es sich hier, dass dasselbe, obschon weich und

nachgiebig, mit dem einen Ende durchaus vollkommen kontinuirlich in die harte Substanz der feinen Sehnenfaser übergeht. Gewöhnlich ist die letztere an Stellen, wo sie diese Stiele abschickt, frei von dunkeln Streifen, daher eben so gleichförmig durchsichtig und ohne irgend eine Andeutung einer Struktur, wie das Verbindungsstück, und nur durch die intensiv dunkeln Kontouren ausgezeichnet. Gegen die Muskelfaser hin entfaltet sich das Verbindungsstück allmählig zu einem cylinderförmig gestalteten Sack, der über die Oberfläche des primitiven Muskelbündels hinzieht, und hier die *primitive Scheide* desselben genannt wird. Um nun zu erfahren, wie sich diese Scheide an dem anderen Ende, an der Befestigungsstelle des Muskels an dem Rückenschilde, verhalte, muss man aus dieser Gegend so feine Durchschnitte machen, dass wo möglich nur eine einzelne Reihe oder einzelne primitive Muskelbündel, mit der Durchschnittslamelle des Rückenschildes in Verbindung, zur Anschauung treten. Dann sieht man hier die Wandungen der primitiven Scheide über dem, wie durch einen Querschnitt abgeschnittenen Ende des primitiven Muskelbündels wiederum zusammenkommen, und sich *kontinuirlich* in das weiche Bindegewebe an der Innenfläche des Rückenschildes fortsetzen.

Bei einigem Geschick im sorgfältigen Präpariren lassen sich diese Beobachtungen mit der grössten Genauigkeit und Uebersichtlichkeit ausführen. Dieselben erweisen, dass die Scheiden der primitiven Muskelbündel, wie die grösseren Muskelscheiden, kontinuirlich mit dem Bindegewebe zusammenhangen, durch welches der Muskel sich an andere Theile mit seinen Enden inserirt; dass sie ferner demgemäss bestimmt ein gleichartiges Gewebe mit dem Bindegewebe darstellen, und, da sie hier wesentlich mit dem Bindegewebe des Krebses an anderen Stellen übereinstimmen, sogar gerade-

zu für Bindegewebe erklärt werden müssen. Bei den Wirbelthieren habe ich keine geeignete Stelle für solche Untersuchungen auffinden können. Es genügt jedoch zur Entscheidung dieser Frage, dass man den Uebergang einer einzigen primitiven Muskelfaserscheide in das Bindegewebe der Sehnen etc. nachgewiesen habe; und an dem grossen Kiefermuskel des Flusskrebses lässt es sich sogar mit Bestimmtheit sehr leicht von allen primitiven Muskelscheiden zeigen. Wenn bei den Wirbelthieren, wie ich mich an den grossen primitiven Muskelbündeln des Frosches und eines Hundes überzeugt habe, die primitive Muskelscheide den Versuchen, die Substanz in Fasern zu spalten, widersteht, so darf das nicht befremden, da das Bindegewebe hier überall, wo dasselbe in den nächsten Umgebungen der anderen Formelemente des Körpers angetroffen wird, durch diese Beschaffenheit ausgezeichnet ist. Uebrigens hat die primitive Muskelscheide sowohl bei dem Krebse als bei den Wirbelthieren die Eigenthümlichkeit, sobald sie nicht mehr von den Muskelfibrillen in Spannung erhalten wird, sich in Runzeln und unregelmässige Falten zu legen, in welchem Falle sie oft genug schon von den Beobachtern für Bindegewebe gehalten sein mag.

Dem Rückenschilde gegenüber gehen die primitiven Muskelscheiden zunächst in die feinen harten Sehnen, und durch diese in den Sehnenstamm über. Dieser letztere hat seine Insertion an dem Kiefer, und auch diese Verbindung ist eine kontinuirliche. Kurz vor der Insertion nämlich nimmt der harte Sehnenstamm eine weiche Beschaffenheit an, wie es scheint, um eine nachgiebigere Verbindungsstelle zu verwirklichen. Die weiche knorpelartige Sehnen-Substanz hängt dann kontinuirlich mit dem Kiefer zusammen, so zwar, dass noch die angrenzende Partie des Kiefers in der Substanz

nicht von der weicheren Sehne zu unterscheiden ist, und erst hierauf, mit Kalksalzen imprägnirt, eine eigenthümliche Beschaffenheit offenbart. Schon eine genaue Untersuchung mit unbewaffnetem Auge oder mit einer Loupe spricht für den kontinuirlichen Zusammenhang der aufeinander folgenden Substanzen und erregt die Vermuthung, dass die äusserlich sichtbaren Unterschiede, so wie die abweichenden physikalischen Beschaffenheiten hauptsächlich durch die Ablagerung der Kalksalze bedingt seien. Es lassen sich aber auch aus dieser Gegend feinere Faserstücke für die mikroskopischen Beobachtungen abtrennen, so zwar, dass eine Partie der harten und weicheren Sehnensubstanz, so wie der weicheren und harten Kiefersubstanz in der Aufeinanderfolge übersehen werden kann. Es zeigt sich dann, dass die dunklere, mehr unregelmässig und dichter gestreifte harte Sehnensubstanz unmittelbar in die durchsichtige weiche übergeht, in welcher die dunklen Streifen mehr auseinander rücken. Dieses letztere Verhalten zeigt sich auch in der weicheren, knorpelartigen Substanz der Maxille. Sobald die harte Substanz des Kiefers beginnt, nimmt die Durchsichtigkeit allmählig ab, die dunklen Streifen rücken auseinander u. erscheinen mehr unregelmässig, das mikroskopische Bild gleicht anfangs vollends demjenigen der harten Sehnen. Darüber hinaus aber verlieren sich die streifigen Zeichnungen bald gänzlich, die Masse erscheint gleichförmig dunkel punktirt und lässt sich auch nicht in Fasern spalten. Das Präparat kann noch instruktiver dadurch werden, dass man die erdigen Bestandtheile durch Salzsäure entfernt.

Doch nicht allein in dem grossen pinselförmigen Kiefermuskel kann man den kontinuirlichen Zusammenhang der Sehne mit dem Hautskelet nachweisen, sondern an allen übrigen Stellen, wo nur irgend Sehnen an das Hautskelet

sich festsetzen. Die Sehnen sind hier gewöhnlich von weicherer Konsistenz, auch öfters nicht so leicht in Fasern spaltbar; doch unveränderlich bleibt *das* Resultat der Untersuchung, dass von der primitiven Muskelscheide bis zum Hautskelet nur ein Kontinuum der Substanz gegeben sei. Alle Gebilde, welche dieses Kontinuum unterhalten, müssen demnach als gleichartig betrachtet werden.

Eine andere Frage ist die, ob unter diesen gleichartigen Geweben solche Unterschiede vorhanden sind, dass sie in verschiedene besondere Abtheilungen zerfällt werden können. Ursprünglich, wenn namentlich aus den harten Geweben die Kalksalze entfernt sind, zeigt sich die Substanz aller Gebilde in feinen Lamellen von vollkommen gleicher durchsichtiger, scheinbar strukturloser und einförmiger Beschaffenheit. Unterschiede sind gegeben: in der weicheren und harten Konsistenz, in der grösseren oder geringen Neigung zur Bildung von Runzeln und Falten mehr regelmässiger oder unregelmässiger Art, und in der damit gewöhnlich verbundenen leichteren oder geringeren Spaltbarkeit, so wie in dem völligen Mangel dieser Eigenschaften. Da die harte und weiche Beschaffenheit der Substanzen von keiner weiteren Struktur-Veränderung begleitet und nur durch die Ablagerung von Kalksalzen bedingt ist, so möchten dadurch allein wohl um so weniger besondere Abtheilungen begründet werden können, als beim Krebse Sehnen sowohl von harter als weicher Beschaffenheit gleichzeitig vorgefunden werden. Auch aus der Regelmässigkeit und Unregelmässigkeit der Runzel- und Falten-Bildung allein ist es schwierig einen Abtheilungsgrund herzunehmen, da häufig genug diese Erscheinungen durch rein mechanische Einwirkungen hervorgerufen sein können, wenn nur überhaupt in der Substanz die Fähigkeit zur Runzel- und Falten-Bildung vorhanden ist. Ebenso ist die Be-

stimmung von blossen Graden der Spaltbarkeit mit zu grossen Schwierigkeiten verknüpft, als dass dieselbe bei unserer Frage zu berücksichtigen wäre. Dagegen scheint die leichte Spaltbarkeit einer Substanz und der Mangel dieser Eigenschaft, ferner das Vermögen sich in Falten und Runzeln zu legen, und der Gegensatz, solche Unterschiede in dem Gefüge der Masse zu bedingen, dass dadurch Unterabtheilungen in dem gleichartigen Gewebe wohl begründet sein möchten. Hiernach ständen nebeneinander: die Substanz der Schaale des Hautskelets des Krebses, die weder eine Neigung zur Bildung von Runzeln, noch leichte Spaltbarkeit besitzt, auch durch den fast gänzlichen Mangel an Zellenkern-Rudimenten ausgezeichnet ist; ferner die leicht spaltbaren Sehnen, und endlich das nicht spaltbare Bindegewebe vieler Sehnen, der Muskelscheiden und des sonstigen parenchymatösen Bindegewebes, das sich gleichwohl runzelt und faltet. Die beiden letzteren Abtheilungen lassen eine grössere oder geringere Zahl von Kern-Rudimenten unterscheiden. Vielleicht werden sich später, auch ohne Rücksicht auf die kalksalzigen Niederschläge, chemische Differenzen, wie dieselben im Bereiche eines gleichartigen Gewebes vorkommen, bei den verschiedenen Abtheilungen der Bindesubstanz des Krebses nachweisen lassen.

Auch bei den Wirbelthieren stehen die Sehnen und durch sie also auch die primitiven Muskelscheiden im kontinuirlichen Zusammenhange mit den Hartgebilden. Man wählt hier zur Untersuchung am zweckmässigsten feine Durchschnitte von den Befestigungsstellen der Sehnen mit Knorpeln z. B. den Rippenknorpeln. Dass die Sehnen und sekundären Muskelscheiden kontinuirlich in das Perichondrium übergehen, wird nicht bezweifelt und kann leicht bestätigt werden. Es genügen daher feine Durchschnitte, welche mit grösserer Präcision allein durch das Perichondrium und durch den angrenzenden

Knorpel geführt werden. Unter dem Mikroskop sieht man an solchen Präparaten die Grundmasse des Knorpels ohne die geringste Scheidegrenze und in vollkommner Kontinuität in die Substanz des Perichondrium sich fortsetzen. Die sichtbaren mikroskopischen Verschiedenheiten in den zusammenhängenden Massen werden durch die in dem Knorpelgewebe zerstreut liegenden Knorpelkörperchen und durch die dunklen Streifen der Knorpelhaut hervorgerufen. Bekanntlich zeigen sich die Knorpelkörperchen im Innern des Knorpels mehr von runder Form. Nach der Peripherie werden dieselben allmählich länglich und richten sich mit der Längenaxe der Aussenfläche des Knorpels parallel. Gleichzeitig werden die Knorpelkörperchen seltener, kleiner und immer dünner. Auf dem Uebergange des Knorpels in die Knorpelhaut verschwinden sie endlich fast gänzlich, oder wenigstens markiren sie sich nicht deutlich; die Grundmasse des Knorpels geht kontinuirlich in das Bindegewebe des Perichondrium über, und in demselben treten allmählig die dunklen Streifen der Runzeln und Faltenzüge auf, welche in dem Grade überhand nehmen und geregelter verlaufen, als man sich der Aussenfläche des Perichondrium nähert. Die Uebergangsmasse zwischen dem Perichondrium und dem eigentlichen Knorpel gleicht in ihren mikroskopischen Eigenschaften und in der physikalischen Beschaffenheit dem sogenannten fibro-kartilaginösen Gewebe. Daher kann das faser-knorplige Gewebe mit vollem Rechte als eine Mittelstufe zwischen Knorpel und Bindegewebe angesehen werden; nur pflegt dasselbe bald mehr eine bindegewebeartige Natur, wie in den meisten Bandscheiben der Gelenke, bald vorherrschend eine knorplige Beschaffenheit, wie in den Cartilagines intervertebrales, zu offenbaren.

Durch den Nachweis des kontinuirlichen Ueberganges der Sehnen durch das Perichondrium in die Knorpelsubstanz

ist dasselbe Faktum auch für die Knochen und das Bindegewebe erwiesen. Dem unbewaffneten Auge und bei gewöhnlichen Manipulationen scheint allerdings ein lockerer und nur durch die Gefässe vermittelter Zusammenhang zwischen Beinhaut und Knochen zu bestehen. Das ist eine Erscheinung, die mehr oder weniger deutlich auftritt, wo eine Substanz theilweise verknöchert. Genauere mikroskopische Untersuchungen dagegen werden hier den kontinuirlichen Zusammenhang nicht vermissen, und so zeigt sich auch zwischen Beinhaut und Knochen an den sich berührenden Flächen eine dünne Uebergangsschicht von faserknorpliger Beschaffenheit. Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich also, dass auch zwischen den primitiven und secundären Muskelscheiden und dem Skelet des Wirbelsystems eine vollkommen kontinuirliche Reihe organischer Bildungssubstanzen gegeben sei, und dass alle in diese Reihe fallenden Gewebe der Wirbelthiere gleichartiger Natur sein müssen.

Auffallender jedoch als bei den wirbellosen Thieren machen sich in der angeführten Reihe gleichartiger Gewebe Unterschiede und dadurch begründete Abtheilungen bemerkbar. Das Bindegewebe der primitiven Muskelscheiden ist von dem der sekundären Scheiden, der Sehnen, der Knorpel- und Beinhaut durch den Mangel an Spaltbarkeit ausgezeichnet. Die genannten Substanzen wiederum unterscheiden sich von dem Faserknorpel, dem eigentlichen Knorpel und dem Knochen zunächst durch den theilweisen Mangel an Knorpelkörperchen und Knochenkörperchen, von welchen in dem Bindegewebe, wie sich aus der Entwickelung desselben ergeben wird, nur die seltner vorkommenden Kern-Rudimente als Analoga vorhanden sind. Der ausgebildete Faserknorpel differirt von dem Knorpel durch die konstante Neigung seiner Substanz zur Runzel- und Falten-Bildung (die als Fasern gedeuteten

dunklen Streifen), und bekannt sind die Struktur-Verschiedenheiten zwischen Knorpel und Knochen, obgleich dieselben meines Erachtens noch nicht genügend dargelegt sind. Auch chemische Differenzen eines gleichartigen Stoffes, der bald als Leim, bald als Chondrin reagirt, sind in den morphologisch verwandten Gebilden nachgewiesen, doch lassen sich dieselben gegenwärtig noch nicht mit den morphologisch gegebenen Unterschieden in Einklang bringen.

Es liegt hier nahe, noch der Verbindungen des elastischen Gewebes mit dem Bindegewebe zu gedenken. Ueberall, wo ich die Vermischungen des elastischen Gewebes mit dem gewöhnlichen Bindegewebe untersuchte, habe ich niemals irgend eine Spur eines kontinuirlichen Zusammenhanges auffinden können. Das so eigenthümliche Fasernetz des elastischen Gewebes verläuft überall ohne substantielle Vereinigung mit dem, nur durch seine Falten fasrig erscheinenden, ursprünglich homogenen Bindegewebe. Indessen muss man ja zugeben, dass hier die Untersuchung keineswegs einigermaassen exakt gemacht werden kann. Geeignetere Stellen zur Beobachtung bieten dagegen die Verbindungen des elastischen Gewebes mit dem Knorpel dar, und die hier gewonnenen Resultate dürfen offenbar auch für das Bindegewebe maassgebend sein. Aber auch hier konnte ich mich an feinen Durchschnitten der Verbindungsstellen zwischen dem Ligamentum nuchae und den Dornfortsätzen der Wirbel eines Kalbes nirgend deutlich von einem kontinuirlichen Zusammenhange der betreffenden Gewebe überzeugen. Soweit ich die Präparate zu überblicken im Stande war, konnte ich mit Sicherheit nur eine kontinuirliche Verbindung zwischen dem, das ligam. nuchae an der äusseren Oberfläche und im Inneren begleitenden Bindegewebe und der Knorpelsubstanz auf die oben angeführte Weise vorfinden; das elastische Gewebe hingegen grenzte sich überall scharf und bestimmt ab.

Im Bereiche des animalen Systems möchten nun noch zwei Verbindungen des Bindegewebes mit anderen Geweben verwandter Beschaffenheit eine besondere Aufmerksamkeit erregen, die der Sclerotica mit der Cornea und die des Ligamentum pectinatum iridis mit der Descemet'schen Haut.

In Betreff der Sclerotica und Cornea lassen sich die Untersuchungen leichter ausführen. Man kann hier selbst mit grossem Vortheile die betreffenden feinen Durchschnitte aus den halbtrockenen Substanzen sich bereiten und sie nachträglich wieder aufweichen; nur vergesse man niemals auf die Riffe, welche vom Messer herrühren, Acht zu haben. Sind die Durchschnitte recht fein, so ist das mikroskopische Aussehen beider Substanzen vollkommen gleich; man sieht eine glashelle strukturlose Lamelle vor sich, die ein Kontinuum bildet, und an der keine Spur einer Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Substanzen wahrzunehmen ist. Es bleibt sogar gleichgültig, ob man die Schnittchen aus der Dicke oder von der Fläche der Substanzen sich verschafft hatte. An den etwas dickeren und grösseren Durchschnitten lassen sich die in Berührung gerathenen Substanzen der Sclerotica und Cornea deutlich unterscheiden. Man sieht die dicht gedrängten dunkeln Streifen der Sclerotica mit der dazwischen gelegenen einförmigen Substanz unmittelbar in die Cornea sich fortsetzen, so zwar, dass dieselben gleichzeitig allmählig auseinander weichen, weiter von einander abstehen und unregelmässiger werden; während in eben demselben Grade die nicht gestreifte Substanz in der Cornea überwiegt, und hin und wieder dunkle Flecken zeigt, die Kernrudimenten zu entsprechen scheinen. Das Aussehen ist am besten vergleichbar mit jenen Partieen eines Faserknorpels, in welchen die Knorpelkörperchen zurücktreten und die Substanz dem fibrösen Bindegewebe sich

annähert. Ueberall, wo Knorpel oder Faserknorpel in angrenzendes sehniges Gewebe übergeht, findet sich eine mikroskopisch ganz gleich aussehende dünne Uebergangsschicht, die in der Cornea nur ausgebreiteter vor uns liegt. Bekannt ist der chemische Unterschied der Hornhaut von dem fasrigen Gewebe und auch die geringe Neigung der Substanz, sich in Fasern spalten zu lassen. Die dunklen Streifen in der Cornea sind also nicht auf Kontouren von Fasern zu deuten, sondern nur auf die Runzeln und Falten der scheinbar strukturlosen, gleichförmigen Masse.

Die an der Innenfläche der Hornhaut sich ausbreitende Membrana Demoursii unterhält an ihren Rändern eine kontinuirliche Verbindung mit demjenigen Bindegewebe, durch welches die Iris mit der Sclerotica zusammenhängt, namentlich mit der vorderen Partie desselben, welche unter dem Namen Ligamentum iridis pectinatum bekannt ist. Um diese Verbindung möglichst genau übersehen zu können, muss man zunächst das oft mehrfach geschichtete Epithelium entfernen. Die erste Beobachtung in dieser Beziehung machte ich an einem Auge vom Pferde. Hier war das Epithelium nur einfach und so zart und fein, dass das Präparat, obgleich die Reinigung nicht vollständig glückte, fast gar nicht getrübt wurde. Sodann lösete ich ein Stück der Descemetschen Haut aus den Umgebungen des Randes, und trennte dasselbe gegen die Regenbogenhaut hin allmählig so ab, dass Theilchen von dem angrenzenden Bindegewebe des Ligament. irid. pectinatum mitfolgten. Die Präparation muss sehr behutsam ausgeführt werden, da die Descemet'sche Haut bei ihrem Uebergange in das Bindegewebe sehr leicht abreisst. Der kontinuirliche Uebergang zeigt sich unter dem Mikroskop in der Art, dass die Membrana Demoursii zuerst ganz allmählig an Glätte und Homogenität verliert, indem

feine, anfangs noch mehr entfernt von einander liegende dunkle Streifen auftreten. Weiterhin vermehren sich diese dunklen Streifen, drängen sich dichter an einander und geben der Substanz das Gepräge des gewöhnlichen Bindegewebes. Bei diesem Uebergange verändert sich auch allmählig die spröde Beschaffenheit der Descemetschen Haut. Dieselbe wird nachgiebiger und lässt sich, entsprechend der Richtung der dunkeln Streifen in Fasern spalten. Hiernach muss denn auch die Membrana Demoursii zu den verwandten Gebilden des gewöhnlichen Bindegewebes gerechnet werden.

Nachdem es erwiesen war, dass sowohl die Hornhaut als die Membrana Demoursii verwandte Gebilde des gewöhnlichen Bindegewebes darstellen, lag die Frage nahe, wie sich denn dieselben bei ihrer gegenseitigen innigen Berührung untereinander verhalten. Es kommt hier namentlich darauf an zu bestimmen, ob die Membrana Demoursii als ein für sich dastehendes, wenn auch verwandtes Gebilde der Hornhaut, oder nur als eine veränderte Schicht derselben anzusehen sei. Was ich von der Entwickelung der Hornhaut kenne, spricht für die letztere Ansicht, aber auch die Erscheinungen an den ausgebildeten Augen dürften darauf hinweisen. Wie schon *Henle* anführt, gelingt die Abtrennung der Membrana Demoursii in grösseren und kleineren Stücken von der eigentlichen Substanz der Hornhaut sehr leicht, sobald die letztere in siedendem Wasser gebrüht, oder einige Zeit der Mazeration unterworfen war. Dieses darf indessen bei der so auffallend verschiedenen physikalischen Beschaffenheit beider Substanzen wohl nicht als ein Grund gegen den kontinuirlichen Zusammenhang aufgeführt werden. An frischen Augen ist diese Abtrennung immer schwieriger. Man beobachtet dabei, wenn man die sich trennenden Flächen mit der Loupe verfolgt, dass die zähe Substanz der Horn-

haut sich sehr oft erst eine Strecke ausziehen lässt, bevor sie von der Descemet'schen Haut losreisst; zuweilen bleibt wohl auch ein Partikelchen bei der letzteren sitzen. Sehr leicht gelingt es ferner, die Descemet'sche Haut mit der zunächst angrenzenden Schicht der Hornhautsubstanz von dem übrigen Theile der Cornea loszulösen. Dieses ist eine um so auffallendere Erscheinung, als die Trennung der Cornea in Schichten in den übrigen Gegenden gar nicht auszuführen ist; sie deutet schon offenbar darauf hin, dass wir es hier mit einer Uebergangsschicht zu thun haben. Untersucht man dieselbe unter dem Mikroskop, so zeigt sie sich gleichfalls abweichend von der übrigen Hornhautsubstanz; sie erscheint vollständig homogen und fast so durchsichtig, wie die Descemet'sche Haut selbst; es sind keine dunklen Streifen oder Flecke (Kernrudimente) an ihr zu bemerken. Leider lassen sich die sonst für die Untersuchung über die Kontinuitätsverhältnisse zweier Gebilde so lehrreichen Querschnittchen durch die Dicke der Substanz an der frischen feuchten Cornea nicht in der genügenden Feinheit verfertigen. Eine getrocknete Hornhaut ist aber hier zu Querschnitten aus einleuchtenden Gründen nicht passend. Sucht man durch Kompression das Querschnittchen einer Cornea zu verdünnen, so löset sich die dem Druck widerstehende harte Descemet'sche Haut entweder ab, oder sie bildet eine Falte, in welcher die Uebergangsschicht der eigentlichen Hornhautsubstanz eingeschlossen wird. An dieser Falte markirt sich sehr deutlich die Dicke der Descemet'schen Haut an dem opalisirenden Schein und den dunkeln Kontouren. Diese dunklen Kontouren verhindern jede nähere Einsicht in die Kontinuitäts-Verhältnisse der sich berührenden Gebilde. Durch Bewegung des Druckplättchens kann man indessen die obere Lamelle der Descemet'chen Haut nach dem Rande der

Falte allmählig vorwärts schieben und so fixiren, dass die freie Schnittfläche sowohl der Descemet'schen Haut als der Uebergangsschicht der eigentlichen Hornhaut offen vorliegt. Alsdann aber ist von einer der Hornhaut zugewendeten Kontour der Descemet'schen Haut nicht die geringste Spur zu bemerken. Die homogene, allmählig ganz durchsichtig werdende Uebergangsschicht setzt sich ohne alle Abgrenzung kontinuirlich in die Substanz der Membrana Demoursii fort. Demgemäss dürfte die letztere nur für eine veränderte Grenzschicht der Hornhaut zu halten sein. Dafür spricht auch der Umstand, dass, wie ich sehe, auch gegen die Conjunctiva hin eine ähnliche, nur *äusserst* dünne Grenzschicht angetroffen wird. Man überzeugt sich von der Anwesenheit derselben nach Entfernung der Epithelien schon durch Anwendung der Loupe, indem die freie Fläche sich durch einen eigenthümlichen Glanz, wie die Membrana Demoursii, auszeichnet. Unter dem Mikroskop zeichnet sich diese Schicht durch eine einfache dunkle Kontour aus, die sonst unter ähnlichen Verhältnissen an Stückchen *aus der Mitte* der Hornhaut nicht bemerkt wird. Es ist mir nicht gelungen, diese in genannter Weise sich markirende Grenzschicht zu isoliren.

Zu den Gebilden des animalen Systems, welche mit dem gewöhnlichen Bindegewebe oder mit einem verwandten Gewebe desselben in nahe Berührung gerathen, gehört auch die Chorda dorsalis. Bekannt ist es, dass sich die Wirbelsäule aus der äusseren Scheide, in welcher sich die Anlagen für die Wirbelkörper vorfinden, bei einigen Thieren, wie z. B. beim Frosch, ferner bei den Embryonen höherer Wirbelthiere ziemlich leicht herausdrücken lässt, sobald nur das Präparat einige Zeit in Wasser gelegen hatte oder der Mazeration unterworfen war. Hieraus könnte man schliessen

wollen, dass keine Kontinuität zwischen der Chorda dorsalis und ihrer sogenannten äusseren Scheide bestehe. Inzwischen ist dieser Schluss durchaus unsicher. Auch die Beinhaut lässt sich unter ähnlichen Umständen leicht von dem resp. Knochen lösen, und dennoch ist eine deutliche Uebergangsschicht zwischen beiden vorhanden. Selbst der nicht verknöcherte Theil eines und desselben Knorpels löset sich öfters ziemlich leicht von dem Stücke ab, das bereits ossificirt ist. Ueberhaupt muss die leichtere Trennung zweier kontinuirlich zusammenhangender, verschiedener Gebilde da stattfinden, wo dieselben nur durch dünne Uebergangsschichten verbunden sind, und in physikalischer Beziehung irgendwie grössere Unterschiede darbieten. Uebrigens ist die Trennung der Wirbelsaite von der äusseren Scheide, namentlich wenn die letztere bindegewebeartiger Natur ist, keinesweges immer so leicht. So hatte ich grosse Mühe, bei einem Stör die Chorda dorsalis von der sehnigen äusseren Scheide zu entfernen, und vollständig gelang der Versuch überhaupt nicht. Schon bei einfacher Präparation zeigte sich eine Uebergangsschicht, bestehend aus einer in Fasern und Fibrillen leicht spaltbaren Substanz, welche beim Abtrennen bald an der äusseren, bald an der inneren eigenthümlichen Scheide der Chorda hängen blieb. Das Gewebe der Wirbelsaite ist hier kompakt und dunkel gestreift, und lässt sich in feine etwas steife Fibrillen zerfasern; Zellen oder zellenartige Höhlen sind nicht vorzufinden. Zu mikroskopischen Untersuchungen so recht geeignete Quer- und Längsschnittchen habe ich weder beim Stör noch bei den Knochenfischen aus der Gegend der Cartilagines intervertebrales (den Ueberresten der Chorda dorsalis) anfertigen können. Wenngleich ich daher nach meinen Beobachtungen am Stör an das Vorhandensein eines kontinuirlichen Zusammenhangs zwischen

der Chorda dorsalis und seiner Umgebung nicht zweifeln möchte, so kann ich doch über die Art und Weise desselben nichts Näheres angeben.

Eine andere Reihe von Verbindungen der Tela conjunctiva mit Geweben, die man unter anderen Namen aufgeführt hat, und die auch ein von dem gewöhnlichen Bindegewebe abweichendes Verhalten darbieten, findet sich in den Ausbreitungen der Schleimhäute vor. Während an der Oberfläche der Cutis unter der Epidermis, ferner an der freien Fläche der serösen Häute unter den Epithelien, auch an der Aussenfläche des Substrats der Schleimhäute in vielen Gegenden, das Bindegewebe unter der sie bedeckenden Zellenschicht, so weit die Untersuchung möglich ist, das gewöhnliche Aussehen darbietet und namentlich sich leichter in Fasern spaltet; so lässt sich an derselben Stelle an der Schleimhaut des Darmkanals, der Gebärmutter, der Drüsen - Ausgänge *) eine glashelle Membran nachweisen, welche geringere Neigung zur Faltenbildung besitzt, hin und wieder von Kern-Rudimenten gefleckt erscheint und den Zerfaserungs-Versuchen mehr widersteht; sie ist von *Henle* unter dem Namen „intermediäre Membran" beschrieben. An den Zotten und Falten des Darmkanals, besonders an den Falten des Tubus intestinalis beim Frosch, ferner an der Schleimhaut der Gebärmutter beim Schwein ist diese Membran der Beobachtung am zugänglichsten. An dem letzteren Orte habe ich auch die Verbindungen derselben mit der Schleimhaut-Oberfläche der Scheide unter dem Epithelium näher untersucht. Nach Entfernung der Epithelien lehrt schon die Beobachtung mit der Loupe, dass die intermediäre Haut der Gebärmutter sich kontinuir-

*) Die oben besprochene Grenzschicht der Cornea gegen das Bindehaut-Epithelium hin gehört gleichfalls hierher.

lich in die oberflächliche Schleimhautschicht der Scheide fortsetzt. Mit Hilfe des Mikroskops kann man an den dünnen, von dem unterliegenden Bindegewebe möglichst befreiten Lamellen die allmählige Veränderung auf die Weise erfolgen sehen, dass schon in den Umgebungen des Ostium vaginale in der Gebärmutterhöhle an der intermediären Haut dunkle Längsstreifen auftreten, und so den Uebergang zu der Schleimhaut-Oberfläche (ohne Epithelium) der Scheide vermitteln. Sobald die Neigung zur Bildung geregelter und zahlreicher Falten überhand nimmt, gelingt auch wiederum die Zerfaserung. Die intermediäre Haut gehört also gleichfalls zu den mit dem gewöhnlichen Bindegewebe gleichartigen Geweben; ihrem Verhalten nach gleicht sie demjenigen Bindegewebe, welches im Inneren der Organe in den nächsten Umgebungen der Drüsen-Elemente etc. angetroffen wird; auch die primitiven Muskelscheiden sind dahin zu rechnen.

In den Fortsetzungen der Schleimhaut-Oberfläche, namentlich der intermediären Haut in die feinsten Drüsenkanäle hinein, gerathen wir auf eine Haut, welche man als Tunica propria der Drüsen-Elemente anspricht. Bekanntlich hat man in neuerer Zeit diese Tunica propria aus der frühern gleichartigen Beziehung zu den Schleimhäuten herauszunehmen sich bewogen gefühlt und als ein Gebilde betrachtet, welches mit den an der Innenfläche gelagerten Drüsenzellen in der Bildung und Bedeutung ein in sich abgeschlossenes, gleichsam zusammengesetztes (sekundäres) Form-Element ausmache. Die Tunica propria der Drüsen-Elemente war in dieser Auffassung vergleichbar mit den primitiven Scheiden sekundärer Zellenfasern, in deren Höhle sich die Drüsenzellen entwickelten. Obgleich diese Ansicht zu Anfange nur als Hypothese hingestellt war, so fehlte es doch auch nicht an Beobachtungen, die dieselbe bestätigen und bekräftigen sollten. Wäre dieses

wirklich der Fall, so würden die folgenden Mittheilungen, die einen kontinuirlichen Zusammenhang der Tunica propria mit dem Bindegewebe erweisen, im grossen Widerspruch mit dem Prinzipe gerathen, welches bisher geltend gemacht wurde. Denn die Entstehung des Bindegewebes bietet auch nicht im entferntesten Sinne eine Gleichartigkeit mit der angenommenen Bildungsweise der Tunica propria dar, und gleichwohl lässt sich ein kontinuirlicher Zusammenhang von Geweben bei gänzlich differirender typischer Entwickelungsweise nicht vorstellen. Viele Beobachter haben sich indessen mit dieser Ansicht nicht befreunden können; meine eigenen Untersuchungen waren und sind fortdauernd dagegen, obschon ich Gelegenheit genommen, gerade solche Stellen auf die Bildungsweise der Tunica propria zu untersuchen, an denen von andern Forschern die oben erwähnte Hypothese bestätigt worden war.

Es leuchtet ein, dass die Untersuchung über das Verhältniss des Zusammenhanges der Tunica propria mit der intermediären Haut oder mit irgend einer oberflächlichen Bindegewebeschicht der Schleimhaut in den zusammengesetzteren Drüsen unüberwindliche Hindernisse darbietet. Daher muss man sich Verbindungsstellen einfacher Drüsen mit den Schleimhäuten zur Beobachtung auswählen. Dergleichen finden sich sehr zahlreich im Darmkanal und in der Gebärmutter vor. Die Schleimhaut des Uterus beim Schwein und den Wiederkäuern, namentlich während der Schwangerschaft, lässt die exakteste Untersuchung zu. Man sucht hier mit der Loupe die Mündung einer einfachen, schlauchartigen Gebärmutterdrüse an der Schleimhautoberfläche auf, durchschneidet in der Umgebung derselben die intermediäre Haut, dringt von hier in das Parenchym der Schleimhaut ein und präparirt den betreffenden Drüsenschlauch heraus. Das

Präparat wird dann von den noch etwa anhängenden Gefässen und dem Bindegewebe befreit, und durch Druck und Reinigung mit Wasser die Epithelien und Drüsen-Zellen entfernt, so dass die Tunica propria des Drüsenschlauches, so wie deren Fortsetzung in die intermediäre Haut und die letztere selbst möglichst rein vor Augen liegen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt dann klar und deutlich, dass die genannten Theile ein Kontinuum bilden; ja der ganze Unterschied des mikroskopischen Ansehens ist allein in der etwas grösseren Dicke der intermediären Haut gegeben. In abgerissenen Partieen besitzt die Tunica propria mehr Neigung zur Bildung von Runzeln, das wohl mit der bedeutenderen Dünnheit derselben in Verbindung zu bringen wäre; in Fasern lässt auch sie sich nicht, wenigstens nicht so leicht spalten. So gewiss Kontinuität der Gewebe nur bei gleichartiger Bildung stattfinden kann, eben so sicher müssen demnach die Tunica propria der Drüsen, die intermediäre Haut und durch diese das Bindegewebe etc. als gleichartige Gewebe betrachtet werden. Die Tunica propria der Drüsen-Elemente gleicht insbesondere in der Bedeutung, in den mikroskopischen und physikalischen Erscheinungen, so wie hinsichtlich der Reaktion gegen Essigsäure vollkommen der Scheide der primitiven Muskelbündel. Das Substrat der Schleimhaut-Oberflächen unter den Epithelien bildet daher bis in die feinsten Drüsen-Elemente hinein, wie die frühere Vorstellung der Schleimhaut es mit sich brachte, ein gleichartiges Kontinuum von Bindegewebe. Die Unterschiede in der Beschaffenheit desselben sind nicht grösser, als unter ähnlichen Verhältnissen an anderen Stellen des Organismus; sie sind bedingt durch den verschiedenen Konnex, welchen die Zellen an den verschiedenen Schleimhaut-Oberflächen mit anderen Geweben des Körpers unterhalten, und der durch das Bindegewebe vermittelt werden soll.

Es ist nun noch einer sehr ausgebreiteten Verbindung des Bindegewebes zu gedenken, nämlich derjenigen mit den Gefässwandungen. Die Entscheidung dieses Punktes ist wichtig, obgleich sie nach vergleichend anatomischen Beobachtungen des ausgebildeten Gewebes der Gefässe nur mit hohem Grade von Wahrscheinlichkeit zu machen ist. Die Entscheidung aber nach dem typischen Entwickelungsgange ist gegenwärtig noch wegen mangelhafter Fakta unmöglich. Das eigenthümliche Hauptgewebe der stärkeren Gefässstämme ist, von den Epithelien abgesehen, nach meinen Untersuchungen (vergl. Jahresbericht der mikroskopischen Leistungen vom Jahre 1839 und 1840, Müllers Archiv 1841 p. CLXXVII) ein Fasernetz. Dieses Fasernetz ist in der Tunica intima mit seinen Längsmaschen nach dem Verlauf des Gefässes gerichtet. In der Tunica media umkreiset dasselbe das Lumen des Gefässes und ist hier in seinen einzelnen Schichten durch die sogenannten gefensterten glashellen Membrane geschieden. Nach dem Centrum der Gefässbahnen hin ändert sich der Charakter der bezeichneten Gewebe der Gefässwandungen nicht, nur die Schichten werden mächtiger. Nach der Peripherie hin nehmen die Schichten zuerst an Dicke ab, und in den Bahnen, welche den kapillaren zunächst stehen, treten an die Stelle der Tunica intima glashelle Membrane mit längsovalen Kernen und in der media mit querovalen Kernen auf. In den kapillaren Gefässen endlich wird die Wandung durch eine glashelle Membran gebildet, die in mässigen Abständen von ovalen, gemeinhin nach dem Längendurchmesser des Gefässes gerichteten Zellenkernen besetzt ist.

In diesem ganzen longitudinalen Verlauf der den Gefässwandungen eigenthümlichen Gebilden finden wir keine Verbindung mit einem solchen Gewebe, das man mit Fug und

Recht als Bindegewebe ansprechen dürfte. Als ein Fasernetz hat sich das Bindegewebe nach unseren jetzigen Erfahrungen nirgend gezeigt, und das offenbar verwandte elastische Gewebe verhält sich in der durch die Organisation gesetzten innigsten Verbindung mit der Bindesubstanz als ein ungleichartiges Gebilde. Die mit Kernen versehenen glashellen Membranen haben allerdings im mikroskopischen Aussehen viel Aehnlichkeit mit einfachen Lamellen des Bindegewebes, namentlich während Entwickelung desselben, wenn auch die Kerne gewöhnlich nicht so zahlreich vorhanden sind. Die äussere Aehnlichkeit in den mikroskopischen Erscheinungen genügt jedoch keineswegs allein zur Entscheidung über die Gleichartigkeit der Gebilde; dazu ist vielmehr die Uebereinstimmung der ähnlichen Gebilde in dem wesentlichen Entwickelungsvorgange nothwendig. Auch die Kontinuität der Gewebe ist ja nur deshalb ein Beweis für deren Gleichartigkeit, weil sie nothwendig einen wesentlich übereinstimmenden Entwickelungtypus voraussetzt. Nun ist uns die Entwickelungsgeschichte der in Frage stehenden Membran an den feinsten Gefässwandungen zwar noch ungenügend bekannt, es sei denn, dass man hypothetische Beobachtungen zum Grunde legen wollte. Dagegen haben wir in der inneren Haarwurzelscheide und in der Rindensubstanz des Haares Gebilde, die in ihrer von der Matrix nach der Epidermis hin erfolgenden genetischen Entwickelung einen Zustand gewahren lassen, welcher vollkommen dem in Rede stehenden Gewebe der Gefässe gleicht, und alsdann sich zu einer durchbrochenen Membran oder in ein Fasernetz verwandelt. Da nun in den stärkeren Gefässen durchbrochene Membranen und Fasernetze angetroffen werden, so liegt es nahe, die einfachen mit Kernen versehenen glashellen Membranen der Gefässe von kleinerem Kaliber als die entsprechenden Entwickelungsstufen zu diesen Gebilden anzusehen. Der

typische Hergang der Entwickelung dieses Gebildes ist aber ein so wesentlich verschiedener (Vergl. a. a. O. p. CLXXXI) von dem in der Folge zu beschreibenden des Bindegewebes, dass von einer Gleichartigkeit nicht gesprochen werden kann.

In der longitudinalen Ausbreitung der eigenthümlichen Substanz der Gefässwandungen lässt sich also keine Erscheinung auffinden, aus welcher mit einiger Zuversicht eine Verwandtschaft mit dem Bindegewebe erschlossen werden könnte. Es wäre demgemäss noch zu untersuchen, ob nicht vielleicht in den Verbindungen, die die eigenthümliche Substanz der Gefässwandungen *seitlich* mit den Geweben des Körpers unterhält, Data vorliegen, welche auf eine solche Gleichartigkeit hinweisen. Bei dieser Betrachtung erscheint es angemessen, die grösseren Gefässstämme von den kapillaren Gefässen zu sondern, da in beiden Abtheilungen verschiedene Berührungs-Verhältnisse mit den Geweben des Körpers gegeben sind; in den grösseren Gefässen wird das Blut nur fortgeleitet, in dem kapillaren System dagegen steht es in der innigsten chemischen Wechselwirkung.

In Betreff der ersten Abtheilung ist es bekanntlich das Bindegewebe von der gewöhnlichen Beschaffenheit, welches mit dem eigenthümlichen Gewebe der Gefässwandungen sich in Verbindung setzt. Die sogenannte Tunica adventitia der Gefässe bildet diese vermittelnde Schicht, und auf sie muss demnach unsere Aufmerksamkeit gerichtet sein. Bei denjenigen Gefässstämmen, deren Wandungen noch nicht in Fasernetze verwandelt sind, und die ohne Zerstörung mikroskopische Beobachtungen zulassen, überzeugt man sich leicht, dass das eigenthümliche Gewebe derselben ohne die geringste Vermischung durch eine bestimmte dunkle Kontour seitlich gegen das Bindegewebe abgegrenzt ist. Von einem allmähligen Uebergange, wie derselbe angetroffen werden müsste, wo

die Bindesubstanz wie hier in so inniger lokaler Berührung mit einem *gleichartigen* Gewebe sich befindet, lässt sich auch nicht die geringste Spur entdecken. An den grösseren schon durch Fasernetze ausgezeichneten Gefässwandungen ist die Untersuchung schwieriger und nicht so bestimmt auszuführen. Inzwischen lehren Durchschnitte und feinere Präparate mikroskopisch betrachtet, dass die Bindesubstanz und die Fasernetze der Gefässwandungen nicht vollkommen isolirt neben einander fortgehen, sondern sich gegenseitig durchsetzen und verflechten, und auf diese Weise die Existenz der Tunica adventitia begründen. Die Fasernetze nehmen hier gemeinhin das Ansehen von dem gewöhnlichen elastischen Gewebe an, doch muss ich wiederholen, was ich in dem oben angeführten Jahresberichte schon auseinandersetzte, dass eine Scheidegrenze zwischen beiden Geweben nicht gezogen werden kann. Trotz der innigen Verflechtung der Fasernetze mit dem Bindegewebe habe ich gleichwohl nirgend einen kontinuirlichen Zusammenhang beobachtet, so dass also auch in der Tunica adventitia nach den bisherigen Erfahrungen wenigstens kein Faktum für die Gleichartigkeit der betreffenden Gewebe spricht.

In dem kapillaren Gefässsystem sind wegen der innigsten funktionellen Beziehung so günstige Verbindungen der Gefässwände mit den anderen Geweben des Körpers gestellt, dass die Entscheidung des in Rede stehenden fraglichen Punktes mit Sicherheit nicht allein für die Gleichartigkeit, sondern sogar gegen dieselbe gemacht werden kann, je nachdem Kontinuität oder nur Kontiguität zwischen den sich berührenden Geweben bei genauer Untersuchung vorgefunden würde. Die Entscheidung hierüber ist auch in anderer Beziehung von Interesse, insofern nämlich, als sie offenbar auch jene Kontroverse berührt, ob das Blut da, wo es die innigste

Wechselwirkung mit den Geweben des Körpers unterhält, durch eigenthümliche Wandungen von den letzteren geschieden sei, oder nicht. Dieses Letztere würde aber in Betreff des Bindegewebes der Fall sein, sobald die Gefässwandungen als Bindesubstanz aufgefasst werden müssten.

Unsere Aufmerksamkeit ist zunächst auf die seitlichen Verbindungen der kapillaren Gefässe mit dem Bindegewebe gerichtet. Sehr geeignete Stellen zu diesen Untersuchungen finden sich in der Membrana capsulo-pupillaris des Fötus, an der primitiven Scheide der primitiven Muskelbündel, an der Tunica propria der Drüsen, an der intermediären Haut der Schleimhaut, z. B. an den Zotten und Falten des Darms, überhaupt, wo sich nur irgend feine Bindegewebe-Lamellen mit kapillaren Gefässen herauspräpariren lassen. Da in solchen Präparaten alle Verhältnisse klar und deutlich mit Hilfe des Mikroskopes übersehen werden können, so genügt fast ein Augenblick, um sich zu überzeugen, dass die Wandung eines stärkeren kapillaren Gefässes auf das Bestimmteste gegen das Bindegewebe abgegrenzt ist. An sehr feinen kapillaren Gefässen fallen die Kontouren beider Flächen der äusserst dünnen Gefässwandung zusammen. Hier könnten Zweifel auftreten, ob eine von dem Bindegewebe gesonderte Gefässwandung existire, da vielleicht die Grenzen eines feinen Kanales in der Bindesubstanz unter dem Mikroskop ähnlich markirt sein würden. Indem wir uns aber versichern können, dass dasselbe Gefäss da, wo sein Lumen an Umfang zugenommen, deutlich zwei Kontouren, der inneren und äusseren Fläche der Wandung entsprechend, erkennen lässt, so wird die einfache Kontour der feinsten kapillaren Gefässe dadurch erklärlich, dass die übrigens auch durch die Zellenkerne so ausgezeichnete Gefässwandung bei 450facher Vergrösserung noch keine mikroskopisch bemerkbare Dicke besitzt. Man kann

demnach aus diesem Mangel eines kontinuirlichen substanziellen Ueberganges zwischen den Wandungen des kapillaren Gefässsystems und dem anliegenden Bindegewebe nicht allein keinen Grund *für* die Gleichartigkeit entnehmen, sondern darf sogar, da die günstigen Bedingungen für die kontinuirliche Vereinigung der betreffenden Gewebe gegeben sind, wie mir scheint mit Zuversicht *gegen* die Gleichartigkeit derselben sich aussprechen *).

Die Untersuchungen über die Verbindungen des kapillaren Gefässsystems mit anderen Geweben liegen unserer Aufgabe mehr fern. Inzwischen ist diese Angelegenheit leicht zu erledigen, da eigentlich bisher nirgend eine unmittelbare Berührung der kapillaren Gefässe mit anderen Geweben, als mit der Bindesubstanz vorzufinden ist. Früher als man die Tunica propria der Drüsen, die primitive Muskelscheide, die intermediäre Haut der Schleimhäute aus dem Bereich des Bindegewebes ausschloss und vielmehr als einen integrirenden elementaren Bestandtheil der Drüsen, Muskelfasern, der Epithelien auf den Schleimhäuten betrachtete, durfte diese Behauptung nicht ausgesprochen werden. Nach den vorausgeschickten Beobachtungen gehören die genannten Häute zur Bindesubstanz, welche, wie bei den grösseren Gefässstämmen, so auch bei den feinsten, als die unmittelbaren Begleiter und

---

*) Zu den Präparaten, an welchen unter noch mehr begünstigten Verhältnissen die Differenz des Gewebes der kapillaren Gefässe und des umliegenden Bindegewebes recht deutlich hervortritt, können auch die *Malpighi*schen Glomeruli in den Nieren gerechnet werden. Denn die Kapseln dieser *Malpighi*schen Körperchen sind gleichfalls für Bindegewebe zu halten (Vergl. *Müllers* Archiv. 1843. p.ccxxii sq.), da sie an der Insertion des zu- und abführenden Blutgefässes kontinuirlich in die Tunica adventitia der grösseren Gefässstämmchen, namentlich in die Arterie sich fortsetzen, von welchen das Vas afferens abgegeben wird. In diesen Kapseln liegen gleichwohl die aus kapillaren Gefässen gewundenen Knäuel vollständig isolirt und lassen sich herausdrücken.

Träger derselben anzusehen sind. Bekannt ist es, dass zwischen die Drüsenzellen, zwischen die Muskelfibrillen, zwischen die Epithelien der Schleimhäute kein kapillares Gefäss sich verzweigt. Das feinste Bindegewebe, mit welchen Namen dasselbe in der nächsten Umgebung der Gewebe-Elemente auch bekannt sein mag, scheint überall das einzig vermittelnde Gebilde zu sein, welches die kapillaren Gefässe führt und die Annäherung derselben an die Gewebe des Körpers unterhält. Ueber seine Grenze tritt kein Gefäss herüber, so dass die Wechselwirkung zwischen dem Blute und den Geweben des Körpers wohl stets durch eine Schicht Bindesubstanz hindurch geschehen muss.

Die Betrachtungen über die Kontinuitäts-Verhältnisse des Bindegewebes haben, der Organisation desselben entsprechend, die wichtigsten Gewebe des Körpers berührt. Was nicht speziell zur Sprache gebracht worden ist, findet in dem Auseinandergesetzten genügende Erklärung; nur die Gewebe-Elemente des Nervensystems dürften verlassen dastehen. Gleichwohl wäre die Untersuchung über die nächste Verbindung des Bindegewebes namentlich mit den Nervenfasern von Wichtigkeit, insofern sich dann genau bestimmen liess, ob die primitive Scheide derselben, wie bei den primitiven Muskelbündeln, eine feine Bindegewebehülle sei, oder nach der bisherigen Ansicht als ein integrirendes Element der Nervenfaser betrachtet werden müsse. Vielleicht geben die *Pacini*schen Körperchen eine passende Gelegenheit zur Entscheidung dieser Frage, da hier die einzelnen Bindegewebe-Scheiden, durch Fluidum getrennt, von den im Innern verlaufenden Nervenfasern abgehoben sind. *Henle* und *Kölliker* vermuthen, dass die primitive Scheide an der Nervenfaser im *Pacini*schen Körperchen fehle. Wäre dies wirklich der Fall, was ich nach meinen Beobachtungen nicht mit Be-

stimmtheit auszusprechen wage, so ist die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die primitive Scheide der Nervenfasern für eine feine Bindegewebehülle zu halten sei, welche ebenso, wie die mehr nach Aussen gelegenen Hüllen, durch das Dazwischentreten des Fluidum von der eigentlichen Nervenfaser entfernt worden. Bei der Schwierigkeit andere geeignete Stellen des Körpers für diese Untersuchung herbeizuschaffen, muss die Entscheidung der vorliegenden Frage vorläufig suspendirt bleiben.

Die Untersuchungen über die Kontinuität des gewöhnlichen Bindegewebes mit anderen Geweben des Körpers haben eine grössere Reihe von verwandten und gleichartigen Gebilden herausgestellt, welche bisher meistentheils von einander getrennt, und unter ungleichartigen Beziehungen und Namen in der Histologie aufgefasst wurden. Als verwandte Gebilde des gewöhnlichen Bindegewebes können gegenwärtig aufgeführt werden: die Scheiden der primitiven Muskelbündel (die primitive Nervenfaserscheide?), die Sehnensubstanz und das fibröse Gewebe, die faserknorpligen Gebilde, die Knorpel- und Knochensubstanz, die Hartgebilde des Hautskelets und die Sehnen wirbelloser Thiere, die Chorda dorsalis (?), die Hornhaut, die Membrana Demoursii, die Tunica propria der Drüsen-Elemente, die intermediäre Haut der Schleimhäute, die Kapseln der *Malpighi*schen Glomeruli in den Nieren. Ungleichartig zeigten sich namentlich das elastische Gewebe und die den Gefässwandungen eigentlich angehörigen Gebilde.

Die Zahl der durch das Kontinuitätsgesetz dargelegten verwandten Gebilde des Bindegewebes wird sich in Zukunft bei erweiterten Untersuchungen namentlich über niedere Klassen des Thierreichs gewiss noch sehr vergrössern. Indessen bieten schon die vorliegenden verwandten Gewebe auffallend verschiedene morphologische Erscheinungen dar. Dieselben

beziehen sich theils auf das Verhalten hinsichtlich der Spaltbarkeit der Substanz, theils auf die Falten- und Runzelbildung, die zuweilen sehr leicht erfolgt, wie beim Bindegewebe, bei vielen faserknorpligen Gebilden; in anderen Fällen dagegen mehr oder weniger mangelhaft auftritt und sogar gänzlich fehlt, wie sehr oft bei der Knorpelsubstanz, in den Hartgebilden des Hautskelettes wirbelloser Thiere, in der Membrana Descemetii. Diese Unterschiede liessen es allerdings zu, dass man die einzelnen verwandten Gebilde in eine bestimmte Reihenfolge hinsichtlich der Spaltbarkeit und mit Rücksicht auf die Falten- und Runzelbildung ordnete und so eine Basis gewönne, auf welcher die vergleichende Naturforschung ihre weiteren Operationen ausführen könnte. Es fehlt jedoch diesen Erscheinungen vorläufig jede Beziehung zu den elementaren, organischen Zellen. Ohne dieselbe aber kann eine histologische Entwickelungsreihe nicht konstruirt werden, ohne dieselbe ist es überhaupt fraglich, ob die Bestimmung der Reihenfolge der vermeintlichen Differenzirungsglieder naturgemäss ausgeführt werden könne.

Dagegen gewahren wir bei näherer Betrachtung der vorliegenden verwandten Gebilde, dass neben den besprochenen Erscheinungen und ganz unabhängig von deren Verschiedenheiten noch andere, die auf die elementaren, organischen Zellen hinweisen, sich geltend machen. Wir haben Gebilde vor uns, in denen deutliche Zellen sichtbar sind, wie im Knorpel, in der Wirbelsaite; wir haben ferner Gewebe, in welchen nur Theile und Rudimente von Zellen mehr oder weniger häufig unterschieden werden können, so in den faserknorpligen Gebilden, ferner im gewöhnlichen Bindegewebe; endlich finden sich Gebilde vor, deren Substanz nirgend eine Spur von Zellen bemerken lässt, so in der Membrana Demoursii, in dem Hautskelet wirbelloser Thiere.

Hier ist kein Zweifel, dass wirkliche histologische Differenzirungsglieder unter den verwandten Gebilden gegeben sind. Der vergleichende Naturforscher dürfte hier auch aus den entwickelten Geweben mit Rücksicht auf das allmählige Verschwinden und Untergehen der ursprünglichen Zellen zunächst die Reihenfolge der Glieder der Differenzirungsreihe festsetzen können, wenn man namentlich gleichzeitig auf das Auftreten und die allmählige Zunahme der zwischen den Zellen befindlichen Zwischensubstanz, sei es, dass dieselbe als Intercellularsubstanz oder als verdickte und verwachsene Zellenmembranen aufgefasst würden, Rücksicht nehmen wollte. Die Chorda dorsalis, der Knorpel, der Faserknorpel, das Bindegewebe, die Membrana Demoursii mit den entsprechenden Gebilden würden eine solche Reihenfolge formiren. Es würde selbst möglich sein, das histologisch Gleichartige sämmtlicher Glieder unter einander, so wie die allmählige Abnahme und die gleichzeitige Steigerung des Verschiedenseins derselben in dieser Reihenfolge nachzuweisen, und so durch Vergleichung das histologische Differenzirungsgesetz zu abstrahiren. Inzwischen würde dieses Unternehmen vielfach auf Zweifel stossen. Es würde immerhin fraglich bleiben, ob man die Reihenfolge der Glieder richtig aufgefasst habe. Desgleichen dürfte man nach den bisherigen Erfahrungen keine klare Anschauung über das Verhältniss der früher angegebenen Erscheinungen an den Gliedern der Differenzirungsreihe zu den zuletzt angeführten erhalten. Fast bei jedem Gliede würde sich die Frage „wie ist es geworden?“ um so nothwendiger aufdrängen, als die gegenwärtigen Erkenntnisse bei einigen Gliedern, wie z. B. bei dem Knorpel, bei dem Bindegewebe, bei der Tunica propria der Drüsen-Elemente etc. kaum irgend eine Uebereinstimmung vermuthen lassen. Auf sicherem Wege vermag der vergleichende Naturforscher allein durch Vergleichung der

Entwickelungsreihen der einzelnen Glieder das gemeinsame Differenzirungsgesetz derselben zu bestimmen. In jedem Gliede liegt uns dann der Differenzirungsplan unter einer eigenthümlichen Ausprägung vor. Hier lassen sich leicht die überall wesentlichen Entwickelungserscheinungen auffassen, und auch die Reihenfolge breitet sich unmittelbar vor unseren Augen aus.

Entwickelungsgeschichte des Bindegewebes und der Knorpelsubstanz.

Wie wünschenswerth es auch sein mag, so ist der vergleichende Naturforscher doch wohl in den seltensten Fällen so glücklich, die Entwickelungsreihen aller einzelnen als gleichartig anerkannten Glieder behufs der Bestimmung des Differenzirungsgesetzes derselben vergleichen zu können. Da indess die Kenntniss der Entwickelung der einzelnen Glieder einer unterbrochenen Entwickelungsreihe für die vergleichende Naturforschung hauptsächlich dadurch wichtig wird, dass man den fortlaufenden Gang der Differenzirung und die Reihenfolge der Zustände, so wie die wesentlichen Entwickelungserscheinungen und die eigenthümlichen Ausprägungen eines jeden Gliedes richtig beurtheilen lernt; so lässt sich dieses annäherungsweise schon erreichen, wenn man auch nur die Entwickelung zweier möglichst differenten Glieder der histologischen Entwickelungsreihe genauer erforscht hat. Wir wählen dazu von den uns bekannt gewordenen Gliedern der zu untersuchenden histologischen Differenzirungsreihe das Bindegewebe und die Knorpelsubstanz.

Auf die bisherigen bekannten Angaben über die Genesis des *Bindegewebes* nach *Schwann*, *Henle* u. s. w. hat die Vorstellung von der Faser-Struktur desselben im ausgebildeten Zustande den entschiedensten Einfluss gehabt. Ueber

die ersten Entwickelungszustände des Bindegewebes herrscht unter den Histologen noch einige Uebereinstimmung. Sobald es aber darauf ankam, das „Wie" der allmähligen Faserbildung anzugeben, so differiren die Ansichten ausserordentlich, wobei der Vorwurf wohl nicht ganz abzuweisen ist, dass auch Lieblings-Ansichten auf die Deutung der Erscheinungen sich geltend gemacht haben. *Schwann* ist bei seinen Untersuchungen auf dem besten Wege gewesen. Dieser Forscher führt an (a. a. O. p. 134 seqq.), dass die erste erkennbare Form des Bindegewebes eine gallertartige, durchsichtige Substanz, etwas konsistenter, als der Glaskörper des Auges, sei. So erscheint es beim Schweinefötus zwischen Chorion und Amnion, im Unterhaut-Zellgewebe bei Froschlarven; ich füge noch hinzu in der gallertartigen Substanz des Nabelstranges, in dem Unterhaut-Zellgewebe aller Wirbelthier-Embryonen, in den Sehnen, überhaupt in den Organen und Systemen an allen Stellen, wo man sogenanntes umhüllendes und parenchymatöses Bindegewebe antrifft und zu unterscheiden geübt ist. Hier überall ist diese gallertartige Substanz sichtbar, sobald die histologische Differenzirung etwas weiter vorgeschritten und die ersten Spuren der einem jeden Organe und Systeme eigenthümlichen und sonstigen Gewebtheile zu erkennen sind. In dieser gallertartigen Substanz liegen zerstreut: Fettzellen, ferner zuweilen in grösserer Anzahl fein granulirte oder fast fein punktirte runde und kernlose, oder auch sehr blasse runde gekernte Zellen, und vor Allem in gewisser Regelmässigkeit und beständig die eigentlichen Zellgewebe-Zellen. Dieses sind spindelförmige oder längliche mit Kernen versehene Körperchen, deren Enden nach *Schwann* sich in ein Faserbüschel verlängern sollen. Diese Beschreibung ist für einen schon mehr ausgebildeten Zustand des Bindegewebes im Wesentlichen richtig. Nur mit Rücksicht auf

die fein gefaserten Enden scheint mir *Schwann* die Erscheinungen von feinen Streifen an den Enden der Kerne ohne Weiteres als Fasern gedeutet zu haben, was bei der herrschenden Ansicht von der Faser-Struktur des Bindegewebes gar zu leicht geschehen konnte. Uebrigens macht *Th. Schwann* auf die scheinbare Faserbildung aufmerksam, die dadurch entsteht, dass eine gallertartige Substanz auseinandergezogen wird. Bei Beurtheilung der genetischen Erscheinungen des Bindegewebes muss man ebenso, wie in den entwickelten Zuständen auf die richtige Deutung der in einer hellen und durchsichtigen Substanz auftretenden dunklen Streifen die grösste Aufmerksamkeit verwenden, und besonders frühzeitig genug den Gang der Entwickelungserscheinungen beobachten.

Wie der ganze Embryo, alle seine Organe und Systeme, so haben auch alle Gewebe und desgleichen das Bindegewebe elementare Zellen zur Grundlage, die anfangs so dicht aneinander liegen, dass von einer merklichen Intercellularsubstanz nicht gut die Rede sein kann. Sobald nun eine histologische Differenzirung in den Anlagen des Embryo wahrzunehmen ist, Blutgefässe sich bilden, die Elemente des Muskel- und Nervensystems sich zu entwickeln beginnen, so zeigen sich auch in den Umgebungen dieser Gebilde die ersten Entwickelungs-Erscheinungen an derjenigen Zellen-Grundlage, die für das Bindegewebe bestimmt ist. Die Bindegewebe-Zellen liegen nämlich nicht mehr dicht aneinander, sondern sind durch eine pellucide, halbflüssige, gegenwärtig aber noch nicht zähe Intercellular-Substanz getrennt. An den noch runden Zellen ist kaum eine Veränderung wahrzunehmen; die Kontouren der Zellenmembranen sind deutlich zu unterscheiden; der öfters ins Gelbliche spielende Kern hat ein oder zwei Kernkörperchen. Neben diesen eigentlichen Bindegewebezellen sieht man hin und wieder fein punktirte oder fein granulirte

Zellen. Aus den ersteren entwickeln sich Fettzellen; die fein granulirten Zellen enthalten nicht selten grössere Kügelchen, und möchten wohl die Bestimmung haben, der Vermehrung von Zellen zu dienen. Versucht man die Zellen des Bindegewebes aus der Intercellularsubstanz zu befreien, so wird man finden, dass dieses im Allgemeinen schwer gelingt und ein Theil der Intercellularsubstanz sehr gern an den Zellenmembranen haften bleibt. Zäh kann man aber gegenwärtig diese Zwischen-Zellensubstanz noch nicht nennen.

Bei dem weiteren Fortschritt der Entwickelung verändern sich auch die Zellen. Ueberall, wo das Bindegewebe im ausgebildeten Zustande die leichteste Spaltbarkeit besitzt, in den Sehnen, im Nabelstrange etc., haben die Zellen deutlich eine ovale Form angenommen. In dem Bindegewebe der nächsten Umgebung anderer Gewebe-Elemente, z. B. da, wo sich die primitive Muskelscheide oder die intermediäre Haut des Schleimhaut-Substrates bildet, ist diese Form weniger entschieden ausgeprägt. Die Kontouren der Zellenmembranen sind im Allgemeinen noch scharf begrenzt; der Kern mit seinen Kernkörperchen ist unverändert. Die Zellen stehen weiter auseinander, indem die Masse der Intercellularsubstanz zugenommen hat. Diese letztere zeigt einen höheren Grad halbfester Konsistenz, die fast knorpelartig zu nennen wäre; und dieser Beschaffenheit verdanken die *frischen* Embryonen der höheren Wirbelthiere vorzugsweise jene sie auszeichnende, fast knorpelartige Härte. Ist der Embryo nicht mehr ganz frisch, so verliert die Intercellularsubstanz an Konsistenz und nimmt eine zähe Beschaffenheit an, obschon dieses Phänomen deutlicher in der folgenden Entwickelungsperiode auftritt. Die Versuche, die Bindegewebe-Zellen aus der Intercellularsubstanz zu trennen, misglücken vollständig. Auch bemerkt man schon an einzelnen Bindegewebe-Zellen, dass

die Kontouren der Zellenmembranen gegen die Intercellularsubstanz hin weniger scharf abgegrenzt sind.

Die eben beschriebenen Entwickelungs - Erscheinungen werden alsbald auffallender und charakterisiren den nun folgenden genetischen Zustand des Bindegewebes, welcher immerhin der von den Histologen am häufigsten beobachtete sein möchte. Wer mit den Anlagen des Embryo und mit den genetischen Zuständen fremdartiger Gewebe - Elemente nicht ganz vertraut ist, wählt zu diesen Untersuchungen passend den Nabelstrang, oder auch die intermediäre gallertartige Masse zwischen den Blättern der Allantoide in der Umgegend des Amnion beim Schwein oder bei Embryonen von Wiederkäuern. Ist die zur Beobachtung präparirte Lamelle des Bindegewebes nicht gezerrt, so sieht man die Zellen desselben zerstreuter als bisher in einer vollkommen durchsichtigen und gleichförmigen Intercellularsubstanz vor sich liegen. Die Zellen markiren sich besonders durch ihren dunkel kontourirten Kern, der hauptsächlich in dem später leicht spaltbaren Bindegewebe eine deutlichere längliche Form besitzt, überall aber glatt zu sein scheint. Die Begrenzungen der Zellenmembranen dagegen fallen nicht mehr scharf ins Auge, und nur ein unbestimmter, matter Schatten pflegt hin und wieder in mehr länglich ovaler oder rundlicher Form die frühere Kontour der Zellenmembran anzudeuten. Diese Erscheinungen lassen wohl keine andere Erklärung zu, als dass die Zellenmembran und der Inhalt allmählig eine gleichartige Beschaffenheit mit der Intercellularsubstanz annehmen und mit derselben verschmelzen. Ein passives Verhalten der genannten Theile der Zelle, so zwar, dass die Zellenmembran und der Inhalt, oder auch nur ein einziger Theil theilnahmlos an dem Prozesse verkümmerte, darf nach den Erscheinungen nicht statuirt werden. Denn in diesen Fällen würde wegen der Ungleichartigkeit

der Substanzen doch eine scharfe Begrenzung zwischen beiden bemerkbar sein, welche bei der allmähligen Verkümmerung allmählig an Umfang abnehmen müsste. Davon ist aber Nichts zu sehen, die unbestimmten Kontouren haben dieselben Grösse, wie vorhin, als sie bestimmt zu unterscheiden waren; der Unterschied von früher liegt nur in der Unbestimmtheit derselben, und ist nur erklärlich durch die allmählig entstehende Gleichartigkeit der früher differenten Substanzen. Sollte aber eine solche Gleichartigkeit schon ehedem zwischen der Intercellularsubstanz und dem Inhalt der Zellgewebe-Zellen bestehen, so müsste doch wenigstens die Zellenmembran in eine solche Verwandlung eingehen, oder vielleicht, was mit Sicherheit nicht entschieden werden kann, gänzlich verkümmern, und dadurch die unbestimmte Kontour-Zeichnung veranlassen.

Die Intercellularsubstanz hat sich, wie schon angedeutet, im Verhältniss zu den Zellgewebe-Zellen vermehrt, doch ist die Massenzunahme nicht überall gleichmässig; sie ist da, wo sich später nicht spaltbares Bindegewebe zeigt, geringer. Durch Druck, Zerrung oder Dehnung lässt sie sich, namentlich leichter, wenn sie nicht ganz frisch ist, in Falten und Runzeln legen. Die Runzeln sind öfters so fein, dass die Substanz fein granulirt erscheint; auch die Falten sind gewöhnlich sehr zart, gleichen feinen Fäden und nehmen mit ihrem Längsdurchmesser eine Richtung, die der Längenaxe der Zellgewebe-Zellen parallel ist. Das Präparat kann auf diese Weise ein sehr verschiedenes Ansehen erhalten. Da die Intercellularsubstanz gegenwärtig im ungezerrten Zustande noch nicht aus freien Stücken Runzeln und Falten bildet, so wird die Erzeugung derselben ganz und gar von den physikalischen Bedingungen abhängig, die ein solches Phänomen hervorrufen. Feinere lamellenartige Stücke werden

demgemäss in Folge eines Zuges leichter zur Faltenbildung geneigt sein, als kompaktere dicke Massen. Auch ist es einleuchtend, dass die in die Intercellularsubstanz eingestreuten Zellgewebe-Zellen mit ihren Kernen, so lange sie noch nicht gänzlich mit der Umgebung verschmolzen sind, den Zug der Falten unterbrechen oder ihren Verlauf modifiziren, oder endlich, wenn eine recht kräftige Ausspannung voranging, selbst zur Bildung von solchen, ihrer Breite entsprechenden Falten beitragen müssen. Daher sieht man an einer gezerrten Lamelle, die feinen den Fibrillen ähnlichen Falten gegen das Ende einer Zellgewebe-Zelle dichtgedrängt anlaufen, zu den Seiten derselben dann fortziehen und an dem anderen Ende wieder zusammenkommen, so dass um dieselbe eine spindelförmige Kontour bezeichnet wird. Wer ein ungezerrtes Stück der Bindesubstanz nicht kennt, und auch den Versuch zur Veränderung der Faltenzüge nicht unternimmt, wird, da die einzelnen Kontouren der Zellgewebe-Zellen undeutlich sind, sehr leicht zu der Annahme sich bewogen fühlen, dass die in der Intercellularsubstanz eingelagerten Zellen wirklich eine Spindelform besitzen. Gelingt es einen schmalen bandartigen Streifen, in dessen Verlauf sich eine Bindegewebezelle bildet, von dem Präparat abzulösen, so erhält man ein täuschendes Bild einer Faser, die an den Enden in feine Fibrillen auszugehen scheint, ganz so, wie es *Schwann* beschreibt. Auch auf der Kante liegend kann dieses Präparat einen solchen Habitus offenbaren, sobald, wie gewöhnlich, ausser der Kontour der Kante noch dunkle Faltenzüge von der Fläche her zur Anschauung treten. Geschieht das nicht, so glaubt man eine feine Knötchenfaser vor sich zu haben. Alle diese Ansichten sind aus Kunstprodukten gewonnen. Weder langgezogene Zellen, noch Knötchenfasern, noch auch Fasern mit Endbüscheln gehören zu den normalen geneti-

schen Elementen des Bindegewebes, welches sich gegenwärtig noch nirgend in Fibrillen, und wenigstens nur mit einer Art grosser Kunstfertigkeit in bandartige Faserstreifen zerlegen lässt. Wenn man nicht so glücklich ist, das Bindegewebe in vorliegendem Entwickelungszustande ganz frisch und möglichst ungezerrt unter das Mikroskop zu bringen, so kann man auch durch Veränderung des Druckes und durch Zerrung mittelst Nadeln oder durch das Kompressorium sich leicht die Ueberzeugung verschaffen, dass jene feinen und gröberen Streifen nur Faltenzügen entsprechen. In den meisten Fällen finden sich auch Stellen des Präparates vor, in welchen die feinen Falten in eine feine granulirte oder ganz einförmige Substanz auslaufen.

Aus der in den Wandungen der Allantoide bei den Schweinen und Wiederkäuern vorkommenden gallertartigen Bindesubstanz habe ich, um die in Rede stehende Entwickelungszeit herum, zuweilen Präparate erhalten, welche anfangs glauben lassen, dass die Bindegewebe-Zellen sogar nach Art der sternförmigen Pigmentzellen sich morphologisch ausbilden. In einer hellen, durchsichtigen Intercellularsubstanz sieht man spindelförmige Bindegewebe-Zellen, welche durch feine, von ihren Enden auslaufende Fäden zusammenzuhängen scheinen. Ausserdem finden sich auch seitliche Ausläufer an einzelnen Zellen vor, so dass die Erscheinungen von sternförmigen Pigmentzellen deutlich zu Tage treten. Man kann auch hier durch Verschiebung der drückenden Platte des Kompressorium sich überzeugen, dass nur Faltenzüge, deren Mittelpunkt die Bindegewebezellen bilden, und die theils über die Längenaxe, theils über den Quer-Durchmesser derselben hinweggehen, dieses Aussehen hervorrufen.

In der nun folgenden Periode erlangt das Bindegewebe deutlicher die Beschaffenheit seines ausgebildeten Zustandes. Dickere

8

Stücke zeigen sich dem blossen Auge oder der Betrachtung durch die Loupe nicht mehr so durchsichtig-gallertartig, sondern haben eine weisslich graue Färbung. Die Konsistenz hat zugenommen und kann fest heissen, im Sinne der Festigkeit einer organischen Substanz. Auch im nicht frischen Zustande bietet die Bindesubstanz keine Erscheinung von Zähigkeit dar; sie widersteht den Zerfaserungs-Versuchen im Allgemeinen, obschon da, wo die Bindegewebe-Zellen eine längliche Form deutlicher zur Schau tragen, bandartige Stränge mit einiger Mühe sich sondern lassen. Von leichter Spaltbarkeit der Substanz kann jedoch noch keine Rede sein, und Fibrillen sind ganz und gar nicht darzustellen.

Unter dem Mikroskop erscheinen die Lamellen, welche aus mächtigeren Schichten des Bindegewebes entnommen werden, gegenwärtig in allen Fällen deutlich dunkel gestreift. Das Ansehen lässt sich am besten mit demjenigen vergleichen, welches bei dem weichen Bindegewebe und den weichen Sehnen des Krebses beschrieben wurde. Auch können alle die daselbst erwähnten Mittel in Anwendung gebracht werden, um sich zu überzeugen, dass die gröberen und dunkleren Streifen, welche bald mehr gleichmässig bald in verschiedenen Richtungen durcheinander laufen, wirklich nur Falten und Runzeln entsprechen, die jetzt unter allen Umständen sich leicht hervorbilden. Die leichte Erzeugung von Falten und Runzeln muss in diesem Zustande des Bindegewebes schon als eine eigenthümliche physikalische Eigenschaft desselben betrachtet werden. Es ist aber nicht schwierig, ja man kann sagen, fast nicht zu vermeiden, auch solche Gegenden des Präparates zur Ansicht zu erhalten, in welchen die Bindesubstanz in Folge der Zerrung nach verschiedenen Richtungen zu einer ganz glatten, ungestreiften und durchsichtigen Masse ausgespannt worden. Hier erkennt man dann leicht, dass die in

die Intercellularsubstanz eingestreuten Bindegewebe-Zellen nur noch durch ihre Kerne markirt sind, und dass jede Spur von der früheren unbestimmten Kontour ihrer Membranen und Höhlen vollständig verloren gegangen. Die Kerne sind länglich-platt, dunkel kontourirt, gemeinhin ohne Kernkörperchen und liegen nackt in einer glashellen, überall gleichförmigen, zuweilen sehr fein granulirten Grundmasse. In seltenen Fällen zeigt sich wohl noch ein Kern von einem unbestimmten halbdunkeln Schein umgeben, der den Umfang der verschwundenen Zellenhöhle mit den Zellenmembranen der Bindegewebe-Zelle einnimmt. Diese Erscheinungen sind häufiger, je jünger und weniger ausgebildet der Zustand der vorliegenden Entwickelungsperiode des Bindegewebes ist. Solche Präparate sind lehrreich, insofern sie den Beweis liefern, dass die früher angegebene Deutung über die Entwickelungs-Vorgänge des Bindegewebes den richtigen Weg eingeschlagen hat. Denn diese Heiligenscheine um die Kerne bilden die Uebergangsstufe zur vollständigen Verschmelzung der Höhlen und Membranen der Bindegewebe-Zellen zu einer gleichen Masse mit der Intercellularsubstanz des Bindegewebes. Neben der eigenthümlichen, physikalischen Eigenschaft der gegenwärtigen Bindesubstanz, sich leicht zu runzeln und in Falten zu legen, wenn nicht durch Ausspannung dieses verhindert wird, ist die vollständige Verschmelzung der Höhlen sammt Inhalt und der Membranen der Bindegewebe-Zellen mit der Intercellularsubstanz das am meisten auffällige charakteristische Merkmal.

Während das Bindegewebe in dem eben beschriebenen genetischen Zustande in den Organismen wesentlich, wenn auch mit geringen Modifikationen, verharrt, und nur durch eine grössere oder geringere Verkümmerung der Bindegewebe-Zellenkerne sich auszeichnet, schreitet die histologische Differenzirung namentlich in einigen Gegenden des Wirbelthier-

Körpers noch weiter vor. Dieser Fortschritt besteht in der eintretenden leichten Spaltbarkeit der Bindesubstanz, so zwar, dass Anfangs nur bandartige Streifen (Bündel des Bindegewebes), später aber auch feinere, fibrillenartige Fasern sich leicht bei Zerfaserungs-Versuchen darstellen lassen. Nicht immer erlangt das Bindegewebe den äussersten Grad der leichten Spaltbarkeit, doch, wo sie überhaupt angetroffen wird, finden sich in den früheren Entwickelungsstufen jene mehr ins Länglichovale gehende Formen der Bindegewebe-Zellen, und später mehr geregelte dem Längsdurchmesser der Zellen parallel verlaufende Längsfalten-Bildung vor, so dass diese Erscheinungen wohl in einem gegenseitigen Zusammenhange stehen möchten. Wie frühere Beschreibungen es ergaben, so lassen sich zwar in einem leicht spaltbaren Bindegewebe allerdings lange Querfalten und unregelmässige Runzeln bilden, wie umgekehrt, wo die ursprünglichen Bindegewebe-Zellen keine entschiedene ovale Form hatten und gleichwohl die Neigung zur Runzelung im nicht gespannten Zustande vorhanden ist, dennoch geregelte Falten zur Anschauung bringen. Inzwischen zeigen sich diese Erscheinungen als die Folgen des mechanisch-wirkenden Zuges auf eine membranöse Lamelle der Bindesubstanz, welche an sich nachgiebig genug ist, um dem Zuge zu folgen. Sich selbst überlassen hat das Bindegewebe nur überall da eine grössere Neigung zur geregelten Längsfalten-Bildung und scheint den leicht spaltbaren Zustand gern anzunehmen, wo die Bindegewebe-Zellen eine entschiedene länglich-ovale Form offenbarten. Wo dieses letztere nicht der Fall ist, und die Bindesubstanz die Beschaffenheit zur Bildung von Runzeln und Falten annimmt, werden die letzteren stets mehr unregelmässig, wenn jede Spannung fortfällt.

Die sonstigen Veränderungen behufs der vollständigen Aus-

bildung des Bindegewebes beschränken sich auf die Annahme einer grösseren Festigkeit der Substanz und auf die theilweise Verkümmerung der noch restirenden Kerne der Bindegewebe-Zellen. Diese Verkümmerung scheint gleichfalls durch das Fortschreiten des Verschmelzungsprozesses mit der Intercellularsubstanz bedingt zu sein, wenn gleich ich direkte Erscheinungen für diese Ansicht nicht anführen kann. Indessen dürfte der vorausgegangene Bildungsprocess, so wie der Umstand für die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme sprechen, dass die verschwundene organische Masse des Kerns sich nicht weiter markirt, und gleichwohl kein Ausweg für dieselbe, weder durch nahe Blutgefässe, noch auf andere Weise in der kompakten Substanz vorhanden zu sein scheint. Sehr selten, wie etwa in der Descemetschen Haut, verschwinden die Kerne gänzlich; am gewöhnlichsten erkennt man noch ihre Rudimente besonders nach Behandlung mit Essigsäure. Doch muss man unter solchen Umständen sich hüten, die Kerne der Kapillargefässe für solche des Bindegewebes hinzunehmen, worüber die Entscheidung in manchen Fällen ausserordentlich schwer, wo nicht zu sagen, unmöglich ist. Die Verwandlung dieser rudimentären Kerne in die Henle'schen Spiralfasern habe ich niemals beobachten können. Dagegen sehe ich an allen Stellen, wo sich unter dem Bindegewebe häufig Spiralfasern vorfinden, so z. B. im Unterhaut-Zellgewebe, während der Entwickelung spindelförmige Faserzellen auftreten, welche an ihren Enden in Fäden auslaufen und wahrscheinlich den Bildungstufen jener Spiralfasern angehören.

Die wesentlichsten histogenetischen Erscheinungen des Bindegewebes wären demnach folgende. Zwischen den Zellen, welche die Grundlage des künftigen Bindegewebes ausmachen, zeigt sich eine gallertartige Intercellularsubstanz. Dieselbe nimmt an Masse und Konsistenz zu, und verwandelt sich

durch einen allmählig fortschreitenden Verschmelzungsprozess mit den Membranen, dem Inhalt und selbst mit den Kernen der Bindegewebe-Zellen zu einer gleichartigen, durchsichtigen und einförmigen Substanz, in welcher gemeinhin nur noch einzelne Rudimente von den Zellenkernen erhalten bleiben. Sobald die Verschmelzung auf den Inhalt der Bindegewebe-Zellen sich erstreckt, pflegt die Grundsubstanz des Bindegewebes die Eigenschaft anzunehmen, sich aus freien Stücken in Runzeln und Falten zu legen. Hatten die Bindegewebe-Zellen ferner in den ersten Entwickelungsstufen eine deutliche länglich-ovale Form offenbart, so erscheinen gewöhnlich die Falten auch deutlicher und mehr geregelt, in der Richtung der Längsaxe der Bindegewebe-Zellen, als sogenannte Längsfalten feinerer und gröberer Art. An vielen Stellen, namentlich des Wirbelthier-Organismus, geht die histogenetische Differenzirung schliesslich so weit, dass die Substanz des Bindegewebes die Eigenthümlichkeit erlangt, in der Richtung der geregelten Längsfalten sich leicht in gröbere (Bündel) und sogar in sehr feine (Fibrillen) Stränge spalten zu lassen.

Sehen wir nun zu, wie sich zu dieser *Entwickelung* des Bindegewebes diejenige des *Knorpels* verhält. Die Bildungserscheinungen der Knorpelsubstanz sind im Allgemeinen bekannt, und dennoch sind sehr verschiedene Ansichten über den wesentlichen Entwickelungsgang zu Tage gefördert. Hier soll an einem Knorpel die Intercellularsubstanz eine Rolle spielen, und mit den Membranen der Knorpelzellen verschmelzen, an einem anderen dagegen nicht. Im letzteren Falle kann eine scheinbare Intercellularsubstanz dadurch entstehen, dass die Membranen der Zellen entweder nach Aussen hin oder auch nach Innen sich verdicken und unter einander verschmelzen, u. s. w. Diese einzelnen Entwickelungsweisen sind nicht blos als Modifikationen eines und desselben Differenzirungsplanes

anzusehen, sondern sie weichen so sehr von einander ab, dass es unbegreiflich erscheint, wie ein und dasselbe Gebilde unter solchen Umständen einen übereinstimmenden histologischen Charakter erlangen und bewahren könne. Es ist unvermeidlich, auf solche Widersprüche zu gerathen, sobald man in die Untersuchung eines bestimmten Gegenstandes Beobachtungen zur Aufklärung desselben hineinbringt, welche nicht allein unwesentlich sind und in keiner Weise Etwas zur Deutung des vorliegenden Falles beitragen, sondern sogar nach dem gegenwärtigen Stande unserer Wissenschaft ganz fremdartige Beziehungen hineinmischen. Diese für jede Forschung fehlerhafte Methode wird namentlich bei der Auffassung der genetischen Erscheinungen zu einer gefährlichen Klippe. Denn hier grade geschieht es, dass gewöhnlich Erscheinungen neben einander und nach einander an einem und demselben Objekt auftreten, die gleichwohl durchaus verschiedenen, von uns anerkannten Beziehungen angehören.

Dieser Fehler ist es nun, der sich bisher in die Darstellung der histogenetischen Erscheinungen des Knorpelgewebes eingeschlichen hat. Seit *Schwann*, dem es darum zu thun war, die Existenz der elementaren Zelle in den Geweben des thierischen Körpers zu sichern, beginnt man die Entwickelung des Knorpelgewebes mit einem Cytoblastem, lässt darin zunächst sich elementare Zellen entwickeln, und geht dann zur Bildung des Knorpelgewebes über. Wenn man auch davon abstrahirt, dass dieses freie Cytoblastem niemals nachgewiesen wurde und auch wirklich gar nicht vorhanden ist, so leuchtet es doch ein, dass man auf diese Weise zwei Reihen von Erscheinungen mit einander verband, deren Zusammenhang nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht einzusehen ist; man vermengte nämlich die Erscheinungen der elementaren Zellenbildung mit derjenigen der Gewebe-

Entwickelung der elementaren Zellen. Nun folgt zwar die letztere auf den ersteren und kann nur vor sich gehen durch Vermittelung schon gebildeter Zellen. Aber die Histogenesis ist keine Fortsetzung der Zellenbildung. Der Cyklus von Erscheinungen, welcher zur Zellenbildung gehört, ist mit der Entwickelung der Zellenmembranen in der Form eines runden Bläschens vollständig abgeschlossen. Die histogenetische Ausbildung der Zellen beginnt unter gänzlich verschiedenen, nothwendigen Bedingungen, die darin gegeben sind, dass die Zellen als thätige Bestandtheile in die Organisation eines Organismus eingreifen müssen. In dem Ei des Huhns entwickeln sich eine Masse Dotterzellen (Zellen der Dotterhöhle und der Dottersubstanz), aber keine von ihnen kann von selbst in einen histologischen Bildungsgang eingehen; es sei denn, dass der ganze Dotter befruchtet zu einem sich entwickelnden zusammengesetzten Organismus geworden. Möchte es gelingen, beide so verschiedenartige Reihen von Erscheinungen unter einen allgemeinen Gesichtspunkt unterzubringen! Dann werden Zellenbildung und die Gewebe-Entwickelung darin aufgehen müssen, aber daraus folgt nicht, dass die Zellenbildung und Gewebebildung *in einander* aufgehen oder, dass die damit verbundenen Begriffe und Erscheinungen gegenwärtig mit einander verwechselt werden dürfen.

Demzufolge beginnt die Entwickelung des Knorpels, wie die eines andern Gewebes mit den nachweislich vorhandenen schon fertig gebildeten elementaren, gekernten, runden Zellen, welche anfangs locker, aber dicht beisammen liegen, ohne dass eine messbare Intercellularsubstanz bemerkbar wäre. Untersucht man nun die Anlagen von ossifizirenden Knorpel an jungen Embryonen von Säugethieren, bei welchen die Extremitäten die Andeutung von der Bildung der Phalangen deutlicher gewahren lassen, so sieht man die Zellen

der Knorpel-Anlage nicht mehr dicht an einander gelagert, sondern durch eine durchsichtige Substanz von nur geringer Dicke getrennt. Die Zellen sind nämlich nicht mehr nach allen Seiten hin cylindrisch scharf begränzt, wie es früher der Fall war, und wie es überall geschieht, wo nachgiebige Zellenbläschen sich unmittelbar berühren, oder wo etwa Zellenwände, wie bei den Epithelien, ohne Weiteres in polyedrischen Formen sich verbinden. Die Kontouren der Zellen erscheinen vielmehr rund oder doch mit abgerundeten Ecken, und wo mehr als zwei Zellen zusammentreffen, oder auch nur die abgerundeten Flächen zweier Zellen gegeneinander gewandt sind, da zieht jene durchsichtige Substanz ohne Betheiligung und durchaus gleichförmig an den Kontouren der Zellenhöhlen vorüber. Durch Anwendung von Druck überzeugt man sich, dass diese Substanz eine festere Konsistenz besitzt und sich so mit den Zellen vereinigt hat, dass dieselben nicht mehr ohne Weiteres auseinander gedrückt werden können. Die Zellen haben im Uebrigen eine scharf begrenzte einfache Kontour und sind grösser geworden, ihr Zellenkern ist unverkümmert und mit einem Kernkörperchen versehen. Was hat es nun mit der durchsichtigen Substanz zwischen den Zellen für eine Bewandniss? Ist sie durch Verschmelzung verdickter Zellenmembranen entstanden, oder stellt sie eine Intercellularsubstanz dar? Diese beiden Fragen müssen zunächst berücksichtigt werden. Denn die Kontouren der Zellenhöhlen sind nur einfach, und wenn dieses auch allerdings bei allen gewöhnlichen Zellenmembranen vorkommt, so konnte doch die Möglichkeit nicht von der Hand gewiesen werden, dass die Zellenmembranen hier sich verdickt hätten und nachträglich verschmolzen wären, wodurch, wie man glaubt, eine scheinbare Intercellularsubstanz gebildet würde. Ausserordentlich gewagt bleibt diese

Annahme, zumal ohne hinlängliche Begründung, unter allen Umständen. Denn nach den vorhandenen Erscheinungen wäre die Voraussetzung nothwendig, dass die Zellenwände, nachdem sie sich verdickt haben, in zwei Schichten sich differenziren, von welchen die inneren unabhängig von den äusseren nach den Zellenhöhlen sich akkomodiren, die äusseren dagegen nicht allein verwachsen, sondern auch alle Lücken zwischen den Zellenhöhlen ausfüllen. Ist der Embryo noch jung genug, so ist der fragliche Punkt leicht zu entscheiden. Durch Anwendung eines stärkeren Druckes oder durch Präparation mit Nadeln lassen sich nämlich aus dem gegenwärtigen Knorpel einzelne Zellen loslösen und die Substanz gleichsam locker machen. Die Zellen zeigen dann noch zuweilen ihre bestimmte höchst feine Zellenmembran; gewöhnlich haften aber noch unregelmässige Stücke von der durchsichtigen Substanz daran. Auch gelingt es, Partieen der Substanz isolirt in der nächsten Umgebung des Präparates zu erblicken. Daraus geht hervor, dass die durchsichtige Substanz zwischen den Zellen nur eine neue hinzugekommene Intercellularsubstanz sein könne, wie denn auch der unbefangene Blick sogleich sich für diese Ansicht aussprechen würde, wenn eben nicht in den folgenden Zuständen der Entwickelung des Knorpels durch eine optische Täuschung Erscheinungen hervorträten, die der Ansicht von einer Verdickung und Verschmelzung der Zellenmembranen die Bahn gebrochen haben.

Der Zustand in der Histogenesis des Knorpels, in welchem eine Loslösung der Zellen aus der halbfesten Intercellularsubstanz noch möglich wird, geht nach meinen Beobachtungen schnell vorüber. Auch ohne dass jene die Knorpelzellen verbindende Masse an Dicke besonders zunimmt, erreicht der Knorpel bei fortschreitender Histogenesis eine

Entwickelungsstufe, auf welcher mir wenigstens die Trennung der Knorpelzellen von einander ohne Zerstörung derselben nicht mehr glücken wollte. Das mikroskopische Ansehen der Knorpel-Durchschnitte ist jetzt sehr verschieden, sowohl bei einem und demselben Thiere, als bei verschiedenen Thieren, ja in den verschiedenen Gegenden eines und desselben Knorpels. Ein hinlängliches Material, um hierüber Gesetzlichkeiten aufstellen zu können, liegt noch nicht vor. Es lassen sich die Verschiedenartigkeiten zurückführen auf das Verhalten der Intercellularsubstanz und auf den Habitus der Knorpelzellen. Die Intercellularsubstanz nimmt an Festigkeit und Masse zu, zeigt ein hyalinartiges, gleichförmiges Ansehen, ohne die Spuren irgend einer Schichtung oder Streifung. Eine scheinbare Schichtung kann dadurch erzeugt werden, dass man an der Oberfläche des Präparates neben den scharfen Kontouren vielleicht angeschnittener Zellenhöhlen den unbestimmten Wiederschein von Begrenzungen gewahrt, welche tiefer liegenden Zellenhöhlen oder doch der tiefer gelegenen grösseren Ausbreitung einer an der Oberfläche zum Theil sichtbaren Zellenhöhle angehören. Die letzteren Fälle sind es nun namentlich, welche, wie mir scheint, zu der Ansicht von einer Verdickung und Verschmelzung der Zellenmembrane beigetragen haben. Durch die Veränderung des Focus ist es leicht, sich von dem wahren Sachverhältniss zu überzeugen. Die Vermehrung der Intercellularsubstanz geht nicht überall gleichmässig an den verschiedenen Stellen einer und derselben Knorpel-Anlage vor sich. Dieses glaube ich aus den bekannten Gruppirungen der Knorpelzellen schliessen zu müssen. Denn in der ersten Entwickelungsperiode sieht man die Intercellularsubstanz gleichmässig zwischen die Knorpelzellen vertheilt, daher die letzteren vereinzelt zerstreut in der Masse daliegen. Gegenwärtig dagegen ist es eine gewöhn-

liche Erscheinung, namentlich in künftig ossifizirenden Knorpeln, dass zwei, drei und mehr Zellen näher neben einander oder nach einander gestellt sind und durch eine grössere Menge Intercellularsubstanz von ähnlichen Gruppen in der Umgebung getrennt werden. Für eine andere Deutung dieser Gruppirungen, etwa auf die Weise, dass man dieselbe durch Entwickelung und Ausbildung junger Zellen in einer schon vorhandenen Mutter-Knorpelzelle entstanden dächte, haben meine Untersuchungen keine Beiträge geliefert. Auch möchten die langen hinter einander liegenden Reihen von Knorpelzellen einem solchen Erklärungsversuche zu viele Hindernisse darbieten.

Die einzelnen Knorpelzellen sind zuweilen ihrer körperlichen Form nach wenig verändert, nur etwas vergrössert; an anderen Stellen dagegen haben sie eine etwas zusammengedrückte Gestalt, und nach dem Perichondrium hin oder da, wo später Faserknorpel sich bilden (Lig. intervertebralia), zeigen sie sich sogar oval geformt. Ihre Kontour ist bestimmt, einfach dunkel markirt. Ist der Zelleninhalt vollkommen durchsichtig, so wird das Präparat geeignet, durch die Intercellularsubstanz hindurch, die schon besprochenen unbestimmten Kontouren tiefer liegender Ausbreitungen von Zellen erkennen zu lassen. Dann kann es geschehen, dass um die bestimmten kleineren Kontouren der Knorpelzellen koncentrisch verlaufende, grössere, aber unbestimmte Kontouren von der grössten Peripherie derselben Zellen sichtbar werden, ohne dass man an eine Verdickung der Zellenwand zu denken hat. Neben dem tropfbar flüssigen oder granulösen Zelleninhalte finden sich bekanntlich in den Knorpelzellen-Höhlen ein oder auch wohl zwei meist mit Kernkörperchen versehene Kerne, ja, wie *Schwann* am Kiemenknorpel der Rana esculenta nachwies, selbst ausgebildete junge Zellen vor.

Die wichtigste Frage für die vergleichende Naturforschung bleibt unstreitig die nach dem Verhalten der Zellenmembran zu der Intercellularsubstanz. Es wurde in dieser Beziehung schon erwähnt, dass es jetzt nicht mehr gelinge, die Knorpelzellen mit unversehrten Zellenmembranen aus der Knorpelsubstanz herauszubringen. Wird ein Knorpelschnittchen zerstückelt, so sieht man die zahlreichen herausgefallenen Kerne vor sich liegen, öfters mit dem etwas festeren granulösen Inhalte verbunden. Doch die Zellenmembranen fehlen immer, wenn nicht etwa schon vorher in den Höhlen der Knorpelzellen freie jüngere Zellen enthalten waren. Auch an den Knorpelstückchen selbst habe ich niemals eine von der Intercellularsubstanz etwa befreite und unversehrte Knorpelzelle vorfinden können; stets zeigen sich nur die Ueberreste von den Höhlen, deren Kontouren dann vollständig denen der unversehrten Knorpelzellen gleichen. Unter solchen Umständen muss es zweifelhaft werden, ob überhaupt noch eine Zellenmembran an den unter dem Nameu „Knorpelkörperchen" bekannten Höhlen vorhanden sei. Die scharfe *dunkle* Kontour kann diesen Zweifel nicht heben, da die Intercellularsubstanz unter ähnlichen Bedingungen gleichfalls eine solche dunkle bestimmte Begrenzung offenbart. Wenn es daher auch auf der gegenwärtigen Entwickelungsstufe des Knorpels noch unentschieden bleiben muss, und nur wahrscheinlich angenommen werden darf, dass die Zellenmembran der Knorpelzellen schon mit der Intercellularsubstanz verschmolzen sei, so kann doch mit Sicherheit ausgesprochen werden, dass keine Erscheinung auf eine Verdickung der Zellenmembranen hinweise.

Inzwischen stellt sich das wesentliche typische Bildungsgesetz des Knorpels entschiedener in dem Fortschritt der Histogenesis heraus. In Betreff der Knorpelkörperchen wer-

den die Gruppirungen auffallender; doch von einer Verschmelzung der neben oder nacheinander dichter aufgestellten Knorpelkörperchen habe ich keine Andeutungen vorfinden können. Die Gestalt der Knorpelkörperchen ist gemeinhin entschieden eine mehr oder weniger plattgedrückte, so dass dieselben, auf der Kante liegend, zuweilen einer kurzen Faser gleichen. Auf der Fläche betrachtet zeigen sich die Begrenzungen der Knorpelkörperchen fast durchgehends mehr oval; nicht selten bilden sie Kreisabschnitte, welche bei den in Gruppen zusammenliegenden Knorpelkörperchen mit der Sehne gegeneinander geneigt sind. In den peripherischen Schichten der Knorpel und in den Faserknorpeln ist der Längsdurchmesser am meisten vorherrschend, obschon in den centralen Schichten nicht ossificirender Knorpel Beispiele von mehr runden oder abgerundet eckigen Formen vorliegen. An den Knorpelkörperchen markiren sich am deutlichsten die Kerne, welche nur in seltenen Fällen, wie in mehreren knorpeligen Ueberzügen der Gelenke, in den Knorpeln der Kiemenstrahlen bei den Fischen gänzlich verkümmert zu sein scheinen. Die Kontour des Kerns ist öfters rundlich, aber auch in die Länge gezogen, namentlich in den Faserknorpeln und in den Uebergangsschichten zum Perichondrium. Das sonstige mikroskopische Ansehen der Kerne gleicht entweder einem Fetttröpfchen oder ist granulirt, durch ein oder mehrere Kernkörperchen ausgezeichnet. Der übrige Inhalt der Höhle des Knorpelkörperchen ist wohl in den meisten Fällen vollständig durchsichtig. Ob er fest oder flüssig sei, das lässt sich gemeinhin nicht sicher bestimmen, obgleich schon der Umstand, dass die Kerne nicht mehr so leicht aus den geöffneten Knorpelhöhlen herausfallen, für eine festere Konsistenz desselben sprechen möchte. In anderen Fällen zeigt sich der Zelleninhalt fein oder auch

gröber granulirt, so dass der Kern oft mit Schwierigkeit sich herauserkennen lässt.

Zum Beweise, dass sowohl der granulirte als der einförmig durchsichtige Zelleninhalt gegenwärtig mehr festerer und, nach dem Verhalten unter dem Kompressorium zu urtheilen, fast breiartiger Konsistenz sei, kann ich folgende Beobachtung anführen. Wenn man ein Knorpelschnittchen in einzelne Partieen auseinander reisst, so wird man an den Rändern, da, wo der Riss durch ein Knorpelkörperchen hindurchgeht, nicht selten hügelartige Hervorragungen bemerken. Auf den ersten Blick möchte man, wie es einige Histologen gethan zu haben scheinen, zu der Ansicht hinneigen, dass durch das Auseinanderreissen ein vollständiges Knorpelkörperchen mit der Zellenmembran losgelöset sei und die bezeichnete Hervorragung bilde. Bei genauerer Betrachtung und namentlich passender Beleuchtung zeigt es sich unzweifelhaft, dass die Hervorragung dem Inhalt der Knorpelkörperchen entspricht, der jetzt nicht mehr ausfliesst, sondern wegen der festeren Konsistenz seine Form und Lagerung leichter beibehält. Denn die Kontour ist unregelmässig und nicht selten glückt es, den zugleich freigelegten Kern deutlich *an* dem übrigen Inhalt des Knorpelkörperchens *anliegend* zu erblicken.

Für die Auffassung des histologischen Entwickelungsgesetzes bieten die Kontouren der Knorpelkörperchen in der Veränderung ihrer Grösse die wichtigsten Erscheinungen dar. Um die Beschaffenheit der Kontouren richtig zu beurtheilen, muss man solche Knorpelkörperchen vermeiden, die einen dunklen Inhalt haben, oder deren Kern oder eine jüngere Zelle vielleicht den grössten Theil der Höhle ausfüllt. Man wird sich dann überzeugen, dass die Kontouren nicht mehr dunkel, sondern matt gezeichnet sind, ganz so, wie die feinen Ränder

der Intercellularsubstanz. Da ich schon früher der Ansicht war, das der Mangel einer Zellenmembran an den Knorpelkörperchen wahrscheinlich sei, so möchte ich die jetzige matte Kontour nicht auf das erfolgte Verschwinden der Zellenmembran, sondern auf die nicht mehr kuglige sondern plattgedrückte Form der Knorpelkörperchen beziehen. Denn auch jetzt noch zeigt die Intercellularsubstanz an dickeren Rändern eine dunkle Kontour. Die jetzige matte Kontour der Knorpelkörperchen stimmt daher mit der früher als wahrscheinlich angenommenen Deutungsweise vollkommen überein und bietet keine Dunkelheit dar, welche zur Annahme einer Zellenmembran verleiten könnte.

Hinsichtlich der Grösse der Knorpelkörperchen findet bei fortschreitender Histogenesis im Allgemeinen eine Abnahme derselben Statt. In dem Faserknorpel und gemeinhin auch in den peripherischen dem Perichondrium zugewandten Schichten eines gewöhnlichen Knorpels geht die Verkümmerung der Knorpelkörperchen so weit, dass man oft nur noch den Kern mit Sicherheit nachweisen kann. Bei dieser Grössenabnahme ist keine andere Erscheinung an dem Knorpelkörperchen selbst, oder in dessen nächster Umgebung wahrzunehmen, als eben nur Vermehrung der Intercellularsubstanz und Verengerung der Knorpelhöhlen. Denkt man sich den Kern, welcher im Knorpelkörperchen am deutlichsten markirt ist und durchschnittlich am längsten besteht, als den Mittelpunkt, so erscheint die Abnahme der Grösse als ein allmähliges Heranrücken der matter werdenden Kontour des Knorpelkörperchens gegen den Kern hin, welcher in den meisten Fällen hinsichtlich der Grösse unverändert bleibt. Liegt ein Knorpelkörperchen in der Fläche ausgebreitet vor uns, so wird man bei aufmerksamer Betrachtung in der nächsten Umgebung desselben niemals eine Spur von koncentrischer Schichtung

oder koncentrischen Kontouren gewahren können. Den Erscheinungen nach ist man gezwungen, die Intercellularsubstanz als diejenige organische Masse anzusehen, welche jetzt unmittelbar die Höhlen der Knorpelkörperchen umgiebt, oder mit anderen Worten, die letzteren als Höhlungen in der Intercellularsubstanz sich vorzustellen. Scheinbare Kontouren um die Knorpelkörperchen herum, welche möglicherweise auf Verdickung einer als vorhanden gedachten Zellenmembran bezogen werden könnten, treten bei der Beschaffenheit der Knorpelsubstanz vielfach zur Anschauung. Besonders täuschend werden die Erscheinungen, wenn die Knorpelkörperchen weniger plattgedrückt sind, und eine grössere Ausdehnung in die Tiefe besitzen. Es zeigen sich dann leicht die Kontouren verschieden grosser Durchschnitte der Knorpelkörperchen neben einander im mikroskopischen Bilde, oder es markirt sich die Fläche der in die Tiefe dringenden Wandung des Knorpelkörperchens als ein breiter dunkler Streifen, welcher rund um die Höhlung desselben herumgeht. Dieses möchten dann wohl die Phänomene sein, welche *Schwann* und *Henle* (Allg. Anat. p. 795) zu der Annahme einer Verdickung der angenommenen Zellenmembran des Knorpelkörperchens bewogen haben.

Unter solchen Umständen kann die Verkleinerung der Höhlungen der Knorpelkörperchen nur auf die Ueberhandnahme der Intercellularsubstanz zurückgeführt werden. Wenn die Zellenmembranen der Knorpelkörperchen bis zu dem vorliegenden Entwickelungszustande noch nicht verschwunden sein sollten, so ist wenigstens bei dem gegenwärtigen histologischen Prozesse kaum zu begreifen, wie sie noch stehen bleiben können. Auf welche Weise die Zellenmembranen ihre Existenz aufgeben, darüber dürften vorläufig wohl keine Untersuchungen anzustellen sein. Doch erscheint die Annahme

nothwendig, dass die Substanztheile der Knorpelkörperchen bei der oft so auffallenden Verkleinerung derselben mit der ihnen zunächst liegenden, und in fortwährender Zunahme begriffenen Intercellularsubstanz in irgend einer Art (wahrscheinlich nach vorangegangener Verflüssigung) sich vereinigen; und das ist, was ich unter dem Namen Verschmelzungsprozesse verstanden wissen möchte.

Es bleibt nun noch übrig, sonstiger Veränderungen der Intercellularsubstanz der Knorpel zu gedenken. An vielen Stellen des Körpers, z. B. in den knorpligen Ueberzügen der Gelenke, behält die Intercellularsubstanz ihre hyalinische, gleichförmige Beschaffenheit. Ihre Verwandlungen während der Ossifikation liegen dieser Untersuchung zu fern. Von grösserem Interesse dagegen wird das Verhalten der Intercellularsubstanz in dem Faser- und Netz-Knorpel. In den Faserknorpeln macht die Intercellularsubstanz Metamorphosen durch, welche vollständig denen gleichen, die sich bei dem leicht spaltbaren Bindegewebe zeigten. Zur Zeit, wann sich an den Knorpelkörperchen hauptsächlich nur der längliche Kern deutlich markirt, erreicht die Intercellularsubstanz einen Zustand, in welchem die Spaltbarkeit in Fasern noch nicht möglich ist, gleichwohl aber die Neigung zur Falten-Bildung auftritt. Daher zeigen sich an den Präparaten dunkle, dem Längsdurchmesser der Knorpelkörperchen entsprechend verlaufende Streifen, welche alle die täuschenden Bilder von Faserungen hervorrufen, die wir bei dem Bindegewebe kennen gelernt haben. Auch die Knorpelkörperchen scheinen zuweilen so deutlich in Fasern auszulaufen, dass man sich nur mit Mühe von diesem Gedanken losmachen kann. Dieselben Mittel, durch welche wir bei dem Bindegewebe über das richtige Verhältniss der dunklen Streifen Aufschluss erhielten, können hier mit gleichem Erfolge angewendet werden. Bei

fortschreitender Histogenesis des Faserknorpels wächst die Fähigkeit der Intercellularsubstanz Falten zu bilden, und zugleich wird es möglich die Substanz, den Falten entsprechend, in Fasern zu spalten, die jedoch gemeinhin nicht leicht die Feinheit erlangen, wie bei dem Bindegewebe. Auch der entschieden geschwungene Verlauf der Falten wird gewöhnlich vermisst.

Die Netzknorpel machen denselben Entwickelungsgang hindurch, wie die übrigen Knorpel-Arten. Ihre Knorpelkörperchen verkümmern nicht in dem Grade, als bei dem Faserknorpel; öfters erhalten sich die Höhlungen derselben in grösserem Umfange, und in den centralen Partieen des Netzknorpels tritt die längliche Form der Knorpelkörperchen nicht immer deutlich hervor. Die Intercellularsubstanz erleidet während des Fortschrittes der Histogenesis ähnliche Veränderungen, wie bei dem Faserknorpel. Auch hier erscheinen zuerst mehr vereinzelte dunkle Streifen, die nur durch die Unregelmässigkeit ihres Verlaufes ausgezeichnet sind. Es ist nicht schwer, gegenwärtig auch hier auf die schon öfters angeführte Weise sich zu überzeugen, dass die dunklen Streifen von Faltungen und Runzeln der Substanz herrühren. Werden dagegen die dunklen Streifen zahlreich und geben sie der Intercellularsubstanz das Ansehen eines filzartigen Faserstoffes, dann lässt sich der Faserknorpel nicht mehr so passend behandeln, um mit Sicherheit zu entscheiden, ob die dunklen Streifen wirklichen Fasern oder nur feinen Falten entsprechen. Gleichwohl dürfen die vorausgegangenen Entwickelungsstufen der Intercellularsubstanz zu der Annahme von feinen Falten um so mehr berechtigen, als alle Erscheinungen dadurch erklärt, und keine einzige dagegen angeführt werden kann.

Die wesentlichen histogenetischen Erscheinungen des

Knorpels lassen sich im Kurzen folgender Maassen aussprechen. Als Grundlage des Knorpelgewebes erscheinen dicht, aber locker nebeneinander liegende, rundliche, gekernte Zellen, die späteren Knorpelkörperchen, ohne bemerkbare Intercellularsubstanz. Zwischen denselben zeigt sich dann beim Fortschritt der Entwickelung eine Anfangs geringe Menge halbfester Intercellularsubstanz, in Folge deren das Knorpelgewebe zwar an Konsistenz gewinnt, die Isolirung der Knorpelzellen jedoch noch gestattet. Die Intercellularsubstanz nimmt nun an Masse zu, wird konsistenter, und stellt alsbald die Grundsubstanz des Knorpelgewebes dar. Die Knorpelkörperchen, welche sehr häufig in Gruppen neben und hinter einander zusammenstehen, lassen sich jetzt nicht mehr vollständig, d. h. mit Erhaltung der Zellenmembranen, aus ihrer Umgebung loslösen, und es ist sogar zweifelhaft, ob die Zellenmembranen überhaupt an den Knorpelkörperchen existiren. Während schliesslich die Intercellularsubstanz sich fortdauernd mehr oder weniger an Masse vermehrt und in dem Faser- und Netzknorpel die Fähigkeit erlangt, sich in Falten und Runzeln zu legen, offenbart sich in den Knorpelkörperchen, die Anfangs noch an Grösse zugenommen, ein allmählig fortschreitender Verkümmerungsprozess, so zwar, dass die hinschwindenden Theile derselben auf eine noch unbekannte Weise mit der Intercellularsubstanz sich vereinigen und verschmelzen. Die Knorpelkörperchen nehmen an Umfang ab, es verschwinden jetzt zweifellos die Zellenmembranen derselben, auch der Zelleninhalt verkleinert sich mehr oder weniger, und in dem Faserknorpel markirt sich oft nur noch der längliche Zellenkern als ein deutliches Ueberbleibsel. In dem Faser- und Netzknorpel bildet sich die Intercellularsubstanz zu einer organischen Masse aus, welche in Fasern spaltbar wird. In dem Faserknorpel ist die Spaltbarkeit

leichter, doch nicht so leicht, wie bei dem leicht spaltbaren Bindegewebe. Die Fasern spalten sich regelmässig in der Richtung der Längsaxe der früheren Knorpelzellen und deren jetzt restirenden Kerne. Die Spaltbarkeit des Netzknorpels ist unregelmässig und schwieriger.

Deduktion des histologischen Entwickelungsgesetzes des Bindegewebes und seiner verwandten Gebilde.

Die Kenntniss der wesentlichen histogenetischen Erscheinungen des gewöhnlichen Bindegewebes und des Knorpels, zweier am meisten von einander abweichender Gewebe einer gleichartigen Abtheilung, setzt uns in den Stand, durch Vergleichung das Wesentliche und Typische der Bildung der ganzen Abtheilung zu bestimmen. Beide Gewebe haben zur Grundlage, wie alle übrigen Gebilde, runde, elementare, gekernte Zellen, welche locker doch dicht bis zur gegenseitigen Abplattung zusammenliegen und durch keine *bemerkbare* Intercellularsubstanz zusammengehalten werden. Bei beiden Geweben beginnt die Histogenesis mit dem Auftreten einer *halbfesten* Intercellularsubstanz. Dieselbe nimmt bei fortlaufender Entwickelung sowohl beim Bindegewebe als in dem Knorpel an Konsistenz und Masse mehr oder weniger zu und verwandelt sich zur Grundmasse beider Gewebe, indem sie einen allmähligen Verschmelzungsprozess mit den ursprünglichen Zellen eingeht. In dem Bindegewebe schreitet der Verschmelzungsprozess so weit vor, dass allmählig die Zellenmembran, der Zelleninhalt, selbst der Kern gänzlich oder doch zum grössten Theile mit der Intercellularsubstanz zu einer gleichartigen Masse werden. Im Knorpel erstreckt sich die Verschmelzung gemeinhin nur auf die Zellenmembranen und auf einen grösseren oder kleineren Theil des Zellenin-

haltes, so dass der Kern gewöhnlich unversehrt erhalten bleibt. Dieses sind die Entwickelungserscheinungen, welche als die wesentlichsten sich in den einzelnen Abtheilungen sowohl des Bindegewebes als des Knorpels wiederholen. Die verschiedenen Veränderungen der ursprünglichen Zellen hinsichtlich ihrer Form, ihrer Gruppirungen zu einander etc., betreffen immer nur einzelne Fälle und können nicht in die Wageschaale der allgemein gültigen Bildungsvorgänge gelegt werden. Sowohl beim Knorpel als auch gewöhnlicher beim Bindegewebe finden sich weitere, oft sehr verbreitete Verwandlungen der Intercellularsubstanz vor. Auch diese können, da sie nicht allgemein durchgreifen, bei Beurtheilung des allgemeinen typischen Bildungsgesetzes nicht in Betracht gezogen werden.

Wenn man daher dieses auf verschiedene Weise Wechselnde in den histogenetischen Erscheinungen des Bindegewebes und Knorpels ausser Acht lässt, so können wir das allgemeine und durchgreifende histologische Bildungsgesetz der beiden Gewebe und somit der ganzen in Rede stehenden gleichartigen Abtheilung in folgenden Worten ausdrücken: es erscheint zwischen den ursprünglich gegebenen indifferenten Zellen eine halbfeste Intercellularsubstanz; dieselbe nimmt zu an Menge und Konsistenz, und bildet sich allmählig zur Grundsubstanz aller in diese Abtheilung gehörenden Gewebe aus, indem sie gleichzeitig mit den ursprünglichen Gewebezellen zum Theil oder gänzlich zu einer gleichartigen organischen Masse verschmilzt. Es liesse sich dieses typische Bildungsgesetz noch in anderer Weise so aussprechen, dass man den ganzen histogenetischen Process als von den ursprünglichen Zellen ausgehend betrachtete. Wenn man später während der Entwickelung des Bindegewebes die grosse Masse der Intercellularsubstanz gegenüber den kleinen zerstreut daliegenden Zellen gewahrt, so dürften vielleicht

einige Zweifel über eine solche Vorstellung rege werden. Inzwischen sind doch die Zellen das ursprünglich Gegebene bei der Entstehung der Intercellularsubstanz, und später haben sich selbst bei dem Auftreten der Faltenbildung und leichter Spaltbarkeit derselben deutliche Beziehungen zwischen ihr und den vorausgehenden Formen der Zellen offenbaret; auch ist man ja gezwungen, bei allen übrigen Geweben den Bildungsprocess von ihren ursprünglichen Zellen ausgehen zu lassen. Daher dürfte es wohl angemessen erscheinen, das obige Bildungsgesetz so abzufassen: Elementare Zellen entwickeln eine halbfeste, mehr oder weniger an Menge und Konsistenz zunehmende Intercellularsubstanz, und verschmelzen allmählig mit derselben zum Theil oder gänzlich zu einer homogenen organischen Masse.

Das eben ausgesprochene histologische Bildungsgesetz umfasst nicht allein den allgemeinsten und wesentlichsten Entwickelungsgang aller zu der gleichartigen Abtheilung gehörenden Gewebe, sondern enthält gleichzeitig die wichtigsten morphologischen Momente, welche die letzteren gegenüber den anderen Geweben des Körpers charakterisiren. Die charakteristischen Momente sind: das Erscheinen oder die Entwickelung einer halbfesten Intercellularsubstanz zwischen den, den Geweben zur Grundlage gegebenen elementaren Zellen, und das Verschmelzen der letzteren zum Theil oder gänzlich mit jener Intercellularsubstanz zu einer gleichartigen organischen Grundsubstanz des ganzen Gewebes. So weit uns die Bildungsvorgänge der anderen Gewebe bekannt sind, zeigen dieselben nichts Analoges mit den angeführten charakteristischen Momenten. Wir begegnen hier allerdings einer Intercellularsubstanz von grösserer Bedeutung, auch finden sich vielfach Verschmelzungen der Zellen vor, aber nirgend zeigt sich Beides zusammen, und jedes Einzelne für sich tritt unter

wesentlich verschiedenen Verhältnissen auf. Das einzige bis jetzt bekannte Gebilde, in welchem die Intercellularsubstanz wie in dem Bindegewebe, Knorpel etc., eine bedeutende Rolle spielt, ist das Blut. Die erste Grundlage des Blutes sind elementare, gekernte Zellen, welche ohne bemerkbare Intercellularsubstanz dicht beieinander liegen. Dann erscheint die Intercellularsubstanz und bildet den ersten liquor sanguinis, ohne dass das Lymphsystem vorhanden ist und Lymphe hinzufliessen kann. Die Intercellularsubstanz des Blutes, als desjenigen Gebildes, welches die Ernährung im Körper vermitteln soll, ist und bleibt tropfbar-flüssig, während sie in demjenigen Gewebe, welches die Organe und Systeme, so wie deren Elemente scheiden, verbinden und den festeren Bestand derselben sichern soll, gleich anfangs in halbfester Form auftritt und später noch an Festigkeit zunimmt. Ausserdem verbleiben die Blutzellen stets isolirt, und die Zellen des letzteren Gewebes verschmelzen mit der Intercellularsubstanz.

Eine Verschmelzung von Zellen kommt mehrfach bei den übrigen Geweben vor, jedoch immer unter wesentlich verschiedenen Verhältnissen, indem die Intercellularsubstanz hierbei niemals von Bedeutung wird. Bei den sekundären Faserzellen, den Muskelfasern und Nervenfasern verschmelzen die Zellenmembranen unter einander, so zwar, dass die Höhlen der Zellen sich in einander öffnen und die Höhlung der sekundären Faser darstellen. Eine Intercellularsubstanz tritt nicht zur Erscheinung. In den Fasernetzgebilden (die eigenthümlichen Gewebe der tunica intima und media der Gefässe etc.) findet gleichfalls eine Verschmelzung der Zellen Statt, so zwar, dass eine einfache, gleichförmige Membran entsteht, in welcher keine Spur von Zellenhöhlen zu bemerken ist, und die sich später durch stellenweise Resorption

der Substanz in ein Fasernetz verwandelt. Die Verschmelzung der Zellen betrifft aber nur die Zellenmembranen ohne irgend eine Vermittelung durch die hier gar nicht nachweisbare Intercellularsubstanz.

Am meisten dürften noch die Epithelien- und Epidermis-Gebilde nach der Ansicht mehrerer Histologen in der Struktur mit den bindegewebartigen Gebilden, wie sie so eben histologisch bestimmt wurden, übereinstimmen. Viele Histologen denken sich die Zellen der Epidermis und das Epithelium durch Intercellularsubstanz unter einander verbunden. Wird das Mikroskop in den richtigen Focus eingestellt, so kann ich wenigstens keine Spur einer Intercellularsubstanz unterscheiden, ja die Kontour zweier aneinanderliegender Zellenmembranen sieht ebenso aus, wie die Kontour einer einfachen Zellenmembran. Es versteht sich, dass, wie an den Oberflächen aller Zellenmembranen, so auch an den Zellen der Epithelien ein sehr feiner Ueberzug eines flüssigen thierischen Stoffes vorauszusetzen ist, obgleich man ihn nicht erkennen kann. Doch zur Annahme einer histologisch entwickelten Intercellularsubstanz liegen keine Erscheinungen vor. An der Nagelsubstanz hat man eine gute Gelegenheit, die Verschmelzung von Epidermis-Zellen zu einer homogenen Masse zu betrachten. Der Prozess geht aber ganz anders als bei den bindegewebartigen Gebilden vor sich, indem aus keiner Erscheinung auf das Hervortreten einer Intercellularsubstanz geschlossen werden kann, und vielmehr eine unmittelbare Vereinigung der Zellen unter sich stattfindet.

Das eben ausgesprochene typische Entwickelungsgesetz charakterisirt aber nicht allein vollständig die betreffende Gewebe-Abtheilung gegenüber den anderen uns bekannten Geweben des Körpers, sondern dasselbe enthält zugleich diejenigen Momente, welche die Bestimmung der genetischen

Reihenfolge der einzelnen Gebilde innerhalb der Grenzen des allgemeinen histologischen Differenzirungsplanes gestattet. Das bleibt stets die schöne Frucht eines typischen Gesetzes, welches aus dem Entwickelungsgange einer organischen Formation gewonnen werden konnte: wir erhalten zugleich die Uebersicht über die Stufenfolge der innerhalb eines allgemeinen Typus möglichen Variationen. Die für die Bestimmung dieser Stufenfolge in dem obigen Bildungsgesetze enthaltenen Momente sind darin gegeben, dass zuerst eine halbfeste Intercellularsubstanz auftritt, und dass alsdann eine allmählige Verschmelzung derselben mit den ursprünglichen Gewebezellen in der Art stattfindet, dass die fortschreitende Verschmelzung mit der Zellenmembran beginnt, auf den Zelleninhalt übergeht und gewöhnlich mit dem Kern beschliesst. Hierauf liessen sich dann am angemessensten folgende typische Entwickelungsstufen in der betreffenden Gewebe-Abtheilung feststellen. Zu der ersten Stufe würden diejenigen Gewebe zu rechnen sein, bei welchen zwar eine halbfeste Intercellularsubstanz zwischen den ursprünglichen Zellen aufgetreten ist, eine Verschmelzung der letzteren jedoch mit der Intercellularsubstanz nicht deutlich zu Tage tritt; zur zweiten genetischen Stufe diejenigen, in welchen die Zellenmembran und, wie gewöhnlich, auch ein kleiner Theil des Zelleninhaltes bei dem Verschmelzungsprocess mit der Intercellularsubstanz Theil genommen hat; zur dritten würden diejenigen Gewebe gehören, bei welchen die Verschmelzung neben der Zellenmembran entweder den Zelleninhalt zum grossen Theil oder gänzlich mit Erhaltung des Kerns oder, wie es in seltenen Fällen vorzukommen scheint, den Kern selbst mit einem Theile des Zelleninhaltes betreffen; endlich zur vierten und letzten Stufe diejenigen, deren Zellen entweder gänzlich oder doch nur mit Erhaltung unbedeutender und

vereinzelt vorkommender Kern-Rudimente in den Verschmelzungsprozess mit der Intercellularsubstanz eingegangen sind. Entsprechend den zahlreichen und mannigfaltigen Uebergängen, welche die Gebilde der vorliegenden Gewebe-Abtheilung innerhalb eines und desselben Organismus und in den verschiedenen Organismen offenbaren, ist die Charakteristik der vier genetischen Stufen so gefasst, dass auch noch in den Begrenzungen derselben Variationen gestattet werden.

Neben den Erscheinungen, welche sowohl in der beschriebenen Entwickelung des Bindegewebes und der Knorpelsubstanz, als überhaupt in der Entwickelungsreihe der vorliegenden verwandten Gebilde unter einander auf den durchgreifenden histologischen Differenzirungsplan sich beziehen, treten noch andere auf, die ganz unabhängig von demselben dastehen, hier sichtbar sind, dort fehlen, und oft auf den verschiedensten Zuständen der Entwickelungsreihe zugleich angetroffen werden. Die richtige Auffassung, Beurtheilung und Bestimmung dieser Erscheinungen, welche an den entwickelten Gebilden nicht selten durch ihre Auffälligkeit die genetisch wesentlicheren verdecken, wird erst jetzt ermöglicht, nachdem wir dasjenige, was den gleichartigen Gebilden allgemein zukömmt, kennen gelernt haben. Zu diesen Erscheinungen gehören: das Auftreten der Falten und Runzeln einerseits, wie im Bindegewebe, im Faserknorpel, und die Glätte der ganzen Substanz andererseits, wie in den knorpeligen Gebilden, in der Membrana Demoursii; ferner die Regelmässigkeit dieser Falten und Runzeln, und bei andern Geweben wiederum die Unregelmässigkeit derselben; desgleichen die grössere oder geringere Neigung zur Spaltbarkeit der Substanz bei einigen der verwandten Gewebe, und dann wieder der gänzliche Mangel dieser Eigenschaft, wie z. B. beim gewöhnlichen Knochenknorpel. Auch die

verschiedenen Grade der Konsistenz und Durchsichtigkeit gehören hierher. Diese Erscheinungen betreffen insbesondere die Intercellular- oder Grundsubstanz dieser Gebilde. Ebenso grosse Verschiedenheiten kommen aber auch an den Zellen oder deren grösseren und kleineren Rudimenten vor. Dieser Bestandtheil der verwandten Gewebe ist bald rundlich, bald oval und mehr lang gezogen, und geht auch wohl in mässige Fortsätze aus; er ist ferner hier platt gedrückt, und ein anderes Mal besitzt er geringere oder grössere Tiefe. Der etwa vorhandene Inhalt derselben zeigt sich bald fester, bald mehr flüssig, bei einigen Gebilden fast ganz durchsichtig und homogen, bei anderen dunkel, homogen, gekörnt. Zuweilen finden sich in den Zellenhöhlen der Knorpel, der Wirbelsaite regelmässig junge Zellen vor und bei anderen Knorpeln fehlt dieses wieder. Die Knorpelkörperchen stehen nicht selten in Gruppen zu zwei, vier u. s. w. näher beisammen, während sie selbst an einem und demselben Knorpel an anderen Stellen ganz gleichmässig in die Grundsubstanz eingestreut erscheinen. Auch die Massenverhältnisse der beiden Hauptbestandtheile dieser verwandten Gebilde, der Zellenrudimente und der Intercellularsubstanz, zu einander in der Zusammensetzung des Gewebes wechselt ausserordentlich selbst auf einer und derselben histologischen Entwickelungsstufe, wie z. B. in der Knorpelsubstanz.

Alle diese morphologisch-histologischen Erscheinungen des Bindegewebes und seiner verwandten Gebilde haben das gemeinschaftlich, dass sie ganz unabhängig von dem durch alle Glieder durchgreifenden histologischen Differenzirungsplane auftreten; sie werden auf den verschiedensten Stufen der Entwickelungsreihe angetroffen, und können auch wiederum an Gebilden auf einer und derselben Stufe zugleich sich vorfinden. Sie sind ferner diejenigen Phänomene,

welche an den entwickelten Gebilden am auffallendsten markirt sind, und solcher Gestalt zu denjenigen Merkmalen werden, durch welche wir selbst die oft zahlreichen Gebilde einer und derselben histologischen Entwickelungsstufe unter einander zu unterscheiden vermögen. So lassen sich die verschiedenen Knorpel, desgleichen die verschiedenen Arten des Bindegewebes nur allein durch die bezeichneten Erscheinungen näher bestimmen. Mit anderen Worten, sie begründen an den Geweben, wie an jedem anderen organischen Gebilde, dasjenige, was man das individuelle Gepräge desselben nennt. Diese individuellen Ausprägungen stellen sich indessen hier in ihrem Verhältnisse zu den wesentlichen genetischen Erscheinungen auf eine lehrreiche Weise heraus. Man überzeugt sich leicht, wie diese individuellen Erscheinungen nur dann richtig aufgefasst und beurtheilt werden können, wenn man die wesentliche genetische Grundlage kennt, an welcher sie sich offenbaren, und die bei der Bestimmung der individuellen Ausprägungen nothwendig berücksichtigt werden muss. So zeigt sich die Neigung zur Faltenbildung der Intercellularsubstanz in der Substanz der Wirbelsaite (z. B. in dem Zwischenwirbelknorpel der Knochenfische), in dem Netzknorpel, in dem Faserknorpel, in dem Bindegewebe und der Sehnensubstanz. Wollte man hier ohne Rücksicht auf den genetisch wesentlichen Differenzirungsgang des Gewebes nur nach der bezeichneten eigenthümlichen Ausprägung die einzelnen Gebilde bestimmen, so würde man zunächst die verschiedensten Entwickelungsstufen einer und derselben histologischen Differenzirungsreihe mit einander vermengen. Ausserdem geriethe man gar zu leicht in die Gefahr, selbst Gewebe eines anderen histologischen Entwickelungsplanes, die zufällig auch eine Neigung zur Faltenbildung zeigen, wie z. B. das innerste Epithelium der Gefässe, mit den bindegewebartigen Gebilden

zu verwechseln. Eine andere weitere Folge wäre aber auch die, dass man Zusammengehöriges von einander trennte. So würde man den Netzknorpel von dem hyalinartigen Knorpel, der keine Falten besitzt, desgleichen die Tunica Demoursii, die intermediäre Membran der Schleimhäute von dem faltenreichen Bindegewebe scheiden, obgleich dieselben auf einer und derselben histologischen Differenzirungsstufe stehen.

Es liegt also zu Tage, dass die Eigenthümlichkeiten und individuellen Erscheinungen auch an den histologischen Gebilden nur dann erst wissenschaftlichen Werth und Bedeutung erlangen, wenn man dieselben an der genetischen Grundlage, an welcher sie auftreten, zu beurtheilen und zu bestimmen vermag. Unter solchen Bedingungen dürfen sie nicht allein passende Merkmale für die Unterscheidung von Geweben einer und derselben Differenzirungsstufe abgeben, sondern sie können auch in Fällen, wo die Natur (wie selbst in den bindegewebartigen Gebilden) auf einer solchen Stufe sehr zahlreiche individuelle Ausprägungen verwirklicht, die in einzelnen Abtheilungen sich ähnlich sind, mit Erfolg zur Begründung von Unterabtheilungen angewendet werden. Hierbei haben wir jedoch niemals zu vergessen, dass die einzelnen Glieder einer solchen Abtheilung durch keinen genetischen Zusammenhang unter einander zusammengehalten werden. Die individuellen Ausprägungen der organischen Gebilde verhalten sich in dieser Hinsicht vielmehr analog den Eigenschaften unorganischer Körper, welche gleichfalls dazu dienen können, Gruppen zu formiren, die auf keiner genetischen Basis beruhen. Die individuellen Erscheinungen an den organischen Gebilden haben indessen stets das Unterscheidende vor den unorganischen Eigenschaften, dass sie, wenn auch nur neben der wesentlichen genetischen Differenzirung gleichsam hergehend und sich an dieselbe anschliessend, gleich-

wohl einer allmähligen Ausbildung und Entwickelung unterliegen. In der Auseinandersetzung der histologischen Entwickelung des Bindegewebes und auch des Knorpels hat sich dieses Verhalten an den als individuell bezeichneten Erscheinungen zur Genüge herausgestellt; die letzteren sind immerhin Behaftungen einer genetischen Grundlage. Anderseits hat sich aber auch deutlich genug ergeben, dass die individuellen Ausprägungen nirgend eine Beziehung erhalten, die über das Gebilde, dem sie die Individualität aufdrücken, hinausginge und in anderen sich geltend machte.

Klassification und Charakteristik des Bindegewebes und seiner verwandten Gebilde.

Die vorausgeschickten Untersuchungen haben alle diejenigen morphologischen Momente, auf welche die vergleichende Naturforschung ihre Aufmerksamkeit zu richten hat, so weit es gegenwärtig möglich ist, in Betreff der in Rede stehenden Gewebe-Abtheilung erörtert und näher beleuchtet. Der Gang dieser Forschung und die allgemeinsten Resultate sind folgende. Es wurde zunächst das Bindegewebe im entwickelten Zustande sowohl im wirbellosen, als im Wirbelthierreich untersucht, und auf diesem Wege über die Beschaffenheit desselben nachfolgendes Ergebniss gewonnen. Das Bindegewebe im gewöhnlichen Sinne ist eine einförmige, durchsichtige, feste organische Masse, in welcher hin und wieder kleine längliche, dunkel kontourirte Flecke erscheinen, die vermuthungsweise Rudimenten von Zellenkernen entsprechen. Diese Masse besitzt an vielen Stellen im Organismus der wirbellosen und der Wirbelthiere die Eigenthümlichkeit, sich von den Rändern aus aufzurollen und zu runzeln, sobald die gleichmässige Spannung aufhört. Die Neigung der Substanz, nach aufgehobener Spannung sich zu runzeln, steigert sich in

anderen Gegenden des Körpers bis zur Bildung von Falten, die nicht selten, namentlich bei den Wirbelthieren, aus freien Stücken sämmtlich eine und dieselbe Richtung im Verlaufe annehmen, und dadurch ein dunkelgestreiftes, mikroskopisches Bild erzeugen. Endlich zeigte sich, vorherrschend bei den Wirbelthieren, jene Eigenthümlichkeit des Bindegewebes, den Faltenzügen entsprechend sich mehr oder weniger leicht in Fasern, die je nach der Dicke und dem gestreiften Ansehen als Bündel oder Fibrillen gedeutet werden, zertheilen und spalten zu lassen. Im Fortgange der Untersuchung kam es darauf an, die verwandten und gleichartigen Gewebe des gewöhnlichen Bindegewebes kennen zu lernen. Diesen Beobachtungen galt als Grundsatz, dass zwei scheinbar histologisch differente Gewebe, die kontinuirlich in ihrer Substanz mit einander zusammenhängen und ineinander übergehen, als gleichartig angesehen werden müssten. Hiernach stellten sich als gleichartige und mit dem Bindegewebe verwandte Gebilde heraus: die Scheide des primitiven Muskelbündels, (die primitive Nervenfaserscheide?) die Tunica propria der Drüsen-Elemente, die intermediäre Haut des Substrats der Schleimhaut-Oberflächen unter den Epithelien, die Kapseln der Malpighischen Glomeruli in den Nieren, die Tunica Demoursii, die Hornhaut, die Faserknorpelsubstanz, der wirkliche Knorpel und der Knochen, die sulzige Masse der Cartilagines intervertebrales (die Chorda dorsalis?) die wesentliche Substanz des Hautskelets der wirbellosen Thiere, das sehnige und fibröse Gewebe der wirbellosen und Wirbelthiere.

Die Beschaffenheit dieser verwandten Gewebe stimmte bei einigen mehr oder weniger vollkommen mit dem des gewöhnlich sogenannten Bindegewebes überein, bei anderen dagegen, wie bei den knorpelartigen Gebilden, zeigten sich bemerkbare Abweichungen, indem in einer einförmigen, durch-

sichtigen, zuweilen in Falten sich legenden und sogar auch in Fasern spaltbaren Grundsubstanz die unter dem Namen „Knorpelkörperchen“ bekannten Gebilde vorgefunden werden. Obschon man in solcher Weise über einen grossen Kreis von gleichartigen Geweben des Körpers, die mit einander eine histologische Differenzirungsreihe bildeten, orientirt, und über deren Beschaffenheit im entwickelten Zustande unterrichtet war, so vermochte man gleichwohl nicht, im Sinne einer vergleichenden Forschung, den typischen Charakter oder das histologische Entwickelungsgesetz der ganzen Gewebe-Abtheilung *mit Sicherheit* zu deduciren. Sicher ergab sich nur, dass in allen diesen Geweben eine in ihrer morphologischen Bedeutung unbekannte Grundsubstanz neben zerstreut in ihr liegenden Körperchen sich geltend mache, welche letztere in grösserer oder geringerer Anzahl, zuweilen gar nicht, in den verschiedenen Gebilden angetroffen werden, und als mehr oder weniger rudimentär gewordene elementare Kerne sich zeigen. Demgemäss hatte sich die vergleichende Naturforschung jener Beobachtungsquelle zuzuwenden, in welcher die individuellen Ausprägungen organischer Gebilde, so wie der allgemeine histologisch morphologische Plan, in einer Reihe kontinuirlich aufeinanderfolgender genetischer Zustände, um so deutlicher zur Anschauung treten. Es wurden zu dem Ende die beiden am meisten von einander abweichenden Formen der zu einer gleichartigen Abtheilung gehörenden Gewebe, das gewöhnliche Bindegewebe und die knorpelartigen Gebilde in ihrer Entwickelung näher untersucht. Hieraus ergab sich das im genetischen Sinne aufgefasste allgemeine typische Bildungsgesetz für alle diese gleichartigen Gewebe, dass nämlich die denselben zur Grundlage gegebenen Zellen eine halbfeste, mehr oder weniger an Menge und Konsistenz zunehmende Intercellularsubstanz entwickeln, und mit ihr zum

Theil oder gänzlich zu einer einförmigen Substanz verschmelzen.

Durch dieses Bildungsgesetz waren die betreffenden Gewebe gegenüber den andern bekannten Geweben des thierischen Körpers typisch charakterisirt; denn nirgends sehen wir eine halbfeste Intercellularsubstanz auftreten und in solcher Weise überhand nehmen, dass sie zugleich mit den ursprünglichen Zellen einen Verschmelzungsprozess eingeht. Gleichzeitig stellte sich heraus, dass die einzelnen Gewebe, nach dem Grade der Verschmelzung mit den gegebenen Zellen in vier, genetisch auf einander folgende typische Gruppen zerfallen; je nachdem der Verschmelzungsprozess noch nicht deutlich ausgesprochen, oder die Zellenmembranen und einen kleinen Theil des Inhaltes der ursprünglichen Zellen betroffen, oder auf den grössten Theil der Zellen sich erstreckt, (indem entweder nur eine kleine Masse von dem Zelleninhalt oder, wie gewöhnlich, der Zellenkern erhalten bleibt,) oder endlich die ursprünglichen Zellen fast vollständig absorbirt und höchstens vereinzelte und undeutliche Rudimente derselben übrig gelassen hat. So war denn auf diesem Wege der Forschung Alles dasjenige, was zur Beurtheilung des allgemeinen Planes der in Rede stehenden organischen Bildungen erforderlich schien, auseinandergesetzt, und es konnten nunmehr die Momente richtig aufgefasst und bestimmt werden, auf welche die specielle und individuelle Untersuchung der einzelnen Gebilde ihre Aufmerksamkeit zu richten habe. Nach diesen Ergebnissen sind wir nun schliesslich in den Stand gesetzt, das Bindegewebe und die verwandten Gebilde, welche wohl passend unter dem allgemeinen Namen „Bindesubstanz des thierischen Körpers“ zu vereinigen sein möchten, im Sinne einer vergleichenden Naturforschung folgendermaassen zu charakterisiren und zu klassificiren.

Unter der Bindesubstanz des thierischen Körpers versteht man eine Klasse gleichartiger Gewebe, deren allgemeiner typischer Charakter darin liegt, dass ihre elementaren gekernten Zellen durch Vermittelung einer grösseren oder geringeren Menge festerer Intercellularsubstanz zu einer mehr oder weniger durchsichtigen organischen Masse verschmolzen sind, in welcher die ursprünglichen Zellen gewöhnlich zum grösseren oder kleineren Theile, oder gänzlich in den Verschmelzungsprocess aufgegangen.

Die Gewebe der Bindesubstanz lassen sich nach dem Grade der typisch-histologischen Differenzirung in vier genetisch auf einander folgende Gruppen abtheilen.

I. Gewebe, bei welchen die Zellen noch nicht deutlich mit der Intercellularsubstanz verschmolzen sind.

Diese Gruppe kann gegenwärtig nur negativ charakterisirt werden, indem der Nachweis, ob der Verschmelzungsprocess der Zellen mit der Intercellularsubstanz noch gar nicht begonnen, oder ob derselbe allein die Zellenmembran betroffen habe, bei der Schwierigkeit der Untersuchung nicht entschieden geliefert werden kann.

Aus dieser Gruppe sind wenige Repräsentanten bekannt geworden. Es scheinen hierher zu gehören: die Knorpelmassen an den freien Enden der Kiemenstrahlenknorpel, wie sie von Schwann beschrieben werden; ferner die Knorpelsubstanz an den freien Enden der Rippenknorpel (Meckauer); die Wirbelsaite bei den Myxinoiden (Müller), bei den Froschlarven. Auch in dem Kiemenknorpel der Froschlarven findet sich eine Knorpelsubstanz, bei welcher es unentschieden bleiben muss, ob die Zellenmembranen der Zellen mit der

Intercellularsubstanz schon verschmolzen sind oder nicht. Dass während der Entwickelung aller Knorpel ähnliche Zustände vorkommen, wurde früher beschrieben.

II. Gewebe, bei welchen die Zellenmembranen der Zellen und ein kleinerer Theil des Zelleninhaltes an dem Verschmelzungsprocess mit der Intercellularsubstanz betheiligt sind; der grössere Theil des gemeinhin festeren Zelleninhaltes und der Zellenkerne sind noch deutlich zu erkennen und werden Knorpelkörperchen genannt.

Die hierher gehörigen Gewebe lassen sich mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der so wichtigen Intercellularsubstanz in zwei Abtheilungen scheiden. Eine weitere Specialisirung nach dem Verhalten der Zellenrudimente u. s. w. ist wegen Mangels an übersichtlichen Beobachtungen noch nicht möglich.

a) Die Intercellularsubstanz ist eine hyalinartige feste Masse, ohne Neigung zur Falten- oder Runzelbildung; auch die Zerfaserung derselben gelingt nicht. Wenn die Gebilde sich irgendwie spalten lassen, so verdanken sie diese Eigenthümlichkeit nicht der Beschaffenheit ihrer Intercellularsubstanz, sondern der den Spaltungsrichtungen korrespondirenden Anordnung der Knorpelkörperchen.

Hierher sind zu rechnen: der gewöhnliche Knochenknorpel vor der Verknöcherung, die Knorpel der Nase, die Trochlea, der schwerdtförmige Fortsatz des Brustbeines, die Rippenknorpel, die Knorpel des ganzen Athmungsapparates mit Ausnahme einiger später anzuführenden Knorpel des Larynx; die sulzige Masse der Cartilagines intervertebrales, die etwas tiefer gele-

gene Knorpelsubstanz der knorpligen Ueberzüge namentlich kleinerer Knochen.

b) Die Intercellularsubstanz erscheint von feineren und gröberen, gemeinhin unregelmässig in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden dunkeln Streifen durchzogen, die höchst wahrscheinlich durch entsprechend verlaufende Faltenzüge hervorgerufen werden. Eigentlich spaltbar kann man auch hier die Intercellularsubstanz nicht nennen, wenn gleich bei den nur mit Mühe ausführbaren Zerstückelungsversuchen am Rande der Präparate Substanzpartikelchen sichtbar werden, die für abgerissene rigide Faserelemente gehalten werden können.

Hierher gehören die sogenannten Netzknorpel, die Knorpel des Ohres, die Epiglottis, die Ueberreste der Chorda dorsalis zwischen den Wirbelkörpern bei den Knochenfischen.

III. Gewebe, deren Zellen zum grössten Theile so mit der Intercellularsubstanz verschmolzen sind, dass entweder nur eine kleine Abtheilung des Zelleninhaltes oder die Kerne deutlich erhalten bleiben.

Nach der Beschaffenheit der Intercellularsubstanz lassen sich wiederum zwei Abtheilungen bilden.

a) Die Intercellularsubstanz ist einfach hyalinisch, hat keine Neigung sich zu falten oder zu runzeln und lässt sich auch nicht in Fasern spalten.

Hierher gehören: die peripherischen Schichten der knorpligen Ueberzüge an den Gelenkflächen, so zwar, dass an den grossen Knochen gemeinhin nur verschieden geformte kleine Abtheilungen des Zelleninhaltes, an den kleinern die Kerne markirt sind. Ferner geht der ge-

wöhnliche ächte und Knochenknorpel der Abtheilung a) aus der Gruppe II. in die faserknorplige Masse des Perichondrium durch eine Zwischenmasse über, in welcher die Intercellularsubstanz noch nicht dunkelgestreift ist, und gewöhnlich nur die Kerne der Knorpelkörperchen deutlich erkennen lässt.

b) Die Intercellularsubstanz ist gemeinhin von dunkeln Streifen durchzogen, die gewöhnlich nach einer und derselben Richtung verlaufen, und die optischen Ausdrücke von Faltenzügen vorstellen. Entsprechend den Falten, die sich aus freien Stücken hervorbilden, lässt sich die Substanz mit einiger Mühe gewöhnlich in etwas gröbere Fasern zerlegen.

Hierher: die Ligamenta intervertebralia mit Ausnahme der sulzigen Kernmasse, die Synchondrosen, der Knorpel der Eustachischen Röhre, die Cartilago interarticularis des Brust-Schlüsselbeingelenkes; die Augenliedknorpel, die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkflächen des Kiefergelenkes. Ueberall, wo der gewöhnliche Knorpel in faltiges Bindegewebe übergeht, geschieht dieses in der äussersten Peripherie durch eine Bindesubstanz von vorliegendem Charakter.

IV. Gewebe, deren Zellen entweder vollständig oder doch bis auf unbedeutende mehr oder weniger zahlreich vorkommende Rudimente mit der Intercellularsubstaz zu einer homogenen Masse sich vereinigt haben.

Das Verhalten der hier nun vollends überwiegenden Intercellularsubstanz bedingt die Unterscheidung dreier Abtheilungen.

a) Die Substanz des Gewebes, in welcher Zellenrudimente gänzlich zu fehlen scheinen, ist durchaus homogen, hat

keine Neigung zur Falten- oder Runzelbildung, höchstens rollt sie sich von den Rändern aus auf.

Hierher gehören die wesentliche Substanz des Hautskeletes wirbelloser Thiere, ferner die Tunica Demoursii des Auges.

b) Die Grundsubstanz der Gewebe besitzt die Neigung, sich in Runzeln und in mehr oder weniger unregelmässige Falten zu legen, daher sie im nicht gespannten Zustande entsprechend dunkel gefleckt und gestreift erscheint. Unbedeutende Rudimente der ursprünglichen Zellen, namentlich ihrer Kerne, finden sich im Allgemeinen selten vor. Die Substanz ist nicht, wenigstens nur sehr schwer spaltbar.

Hieher sind zu rechnen: das Bindegewebe in den *nächsten* Umgebungen der übrigen Gewebeelemente des thierischen Körpers, wie die primitive Muskelscheide (die primitive Nervenscheide?), die Tunica propria der Drüsen, die Kapsel der Malpighischen Körperchen in den Nieren, die intermediäre Haut der Schleimhäute, das feinere parenchymatöse Bindegewebe der Organe und Systeme des Körpers; ferner zum grössten Theile das Bindegewebe der wirbellosen Thiere; die eigenthümliche Substanz der Hornhaut.

c) Die hierher gehörenden Gewebepartieen erscheinen den aus freien Stücken sich bildenden Faltenzügen entsprechend, regelmässig feiner und gröber dunkel gestreift, und lassen sich nach dem Verlaufe dieser Streifen mehr oder weniger leicht in sogenannte Bündel, Fasern, selbst in feinste Fibrillen spalten.

Hierher sind zu rechnen folgende nach dem Grade der Spaltbarkeit geordnete Gewebe: die früher beschriebenen weichen Muskelfasern des Krebses, das Bindege-

webe in Begleitung des Nervus sympathicus und seiner Verzweigungen (namentlich niederer Wirbelthiere), dessen künstlich erzeugte Fasern zum Theil als sympathische Nervenfaser-Elemente gedeutet wurden; ferner die fibrösen Häute im engeren Sinne, als da sind die Sclerotica, die Dura mater, das Centrum tendineum des Zwergfelles bei grösseren Thieren, die äussersten neurilematischen Hüllen grosser Nervenstämme, die Tunica albuginea der Hoden, der Ovarien, die fibröse Haut der Corpora cavernosa penis und der Clitoris, die Prostata, das Periosteum und Perichondrium, die Bandscheiben mit Ausnahme derjenigen des Sternoclavicular-Gelenkes, die Sehnen der Muskeln und der Bänder, endlich alles sonstige parenchymatöse, verbindende und umhüllende Bindegewebe, das durch den höchsten Grad der Spaltbarkeit sich auszeichnet, und die Darstellung von Fibrillen zulässt.

Zur richtigen Würdigung dieser Klassification und Charakteristik der einzelnen Gebilde der Bindesubstanz, welche hauptsächlich auf den menschlichen Organismus Rücksicht genommen, müssen wir noch einige Bemerkungen nachfolgen lassen. Es existirt wohl kein einiger Maassen zusammengesetztes Thier, in welchem nur eine Form von Bindesubstanz vorhanden wäre, dagegen finden sich in den Organismen der Wirbelthiere, als der am meisten zusammengesetzten Geschöpfe, fast alle Gruppen und Formen vor. Die einzelnen dahin gehörenden Gebilde der Bindesubstanz hängen im Organismus sämmtlich unter einander zusammen, und nirgend tritt eine Form für sich isolirt auf. Dieser Zusammenhang aber wird regelmässig durch eine Zwischensubstanz vermittelt, in welcher die zusammentreffenden Gebilde verschiedener Grup-

pen oder verschiedener eigenthümlicher Formen einer Gruppe ihre Abweichungen ausgleichen und auf diese Weise in Kontinuität treten. Es gehen hierbei z. B. die Gebilde der Bindesubstanz aus der Gruppe I. und IV. nicht anders in einander über, als durch Zwischensubstanzen aus der Gruppe II. und III., so dass also der kontinuirliche Zusammenhang und die Ausgleichung nur im Sinne einer typisch-genetischen Reihenfolge stattfindet. Auch bei der Verbindung verschiedener Gebilde *einer* Gruppe ist der kontinuirliche Zusammenhang nur ein genetischer im Sinne des eigenthümlichen Bildungsplanes der Bindesubstanz, sei es in Betreff des Verhaltens der Zellen und Zellenrudimente, oder hinsichtlich der Intercellularsubstanz. Eine solche genetische Reihenfolge der eigenthümlichen Bildungserscheinungen der Gewebe, die unabhängig von dem typisch-genetischen Bildungsplane ihren Gang fortsetzt, hat sich bei der Darstellung der Entwickelung sowohl des Bindegewebes als der knorpligen Gebilde deutlich ergeben. Wir sehen z. B. die Intercellularsubstanz, bevor sie Runzeln und später Falten zeigt, stets vorher eine homogene, runzel- und faltenlose Masse darstellen; ferner trat die Spaltbarkeit derselben in der eigenthümlichen genetischen Reihenfolge stets am spätesten auf. Jedes Gebilde der Bindesubstanz hat auch in dieser genetischen Reihenfolge seine bestimmte Stelle, und bei der kontinuirlichen Verbindung mit einer von ihm verschiedenen Form werden die Differenzen durch Vermittelung von Zwischengliedern im individuell-genetischen Sinne von beiden Seiten zuvor ausgeglichen. So geht die Tunica Demoursii in das Ligam. iridis pectinatum durch eine Zwischensubstanz über, welche geringere Neigung zur Faserbildung besitzt und nicht spaltbar ist. Daraus folgt denn, dass die Klassification und Charakteristik der einzelnen Gebilde der Bindesubstanz nur für eine ge-

wisse Umgränzung Gültigkeit hat, und dass an den Verbindungsstellen derselben mit verwandten Geweben Uebergangsschichten angetroffen werden, die sowohl in typischer, als in individueller Hinsicht abweichenden Formen, welche zur Ausgleichung des kontinuirlichen Zusammenhangs dienen, angehören.

Eine andere Beschränkung der eben aufgestellten Klassifikation der einzelnen Bindesubstanzgebilde entsteht dadurch, dass während der Lebensdauer des Thieres bei einzelnen zuweilen weitere Metamorphosen, sowohl in allgemein typischer Hinsicht, als in der Sphäre des eigenthümlichen Bildungsplanes auftreten. So findet man nicht selten Bandscheiben in der Kindheit von faserknorpliger Beschaffenheit, während sie später bindegewebeartig werden, und zur vierten Gruppe zu rechnen sind*); die Cartilagines intervertebrales ferner verlieren im späteren Alter zuweilen den grössten Theil ihrer Knorpelkörperchen. Ferner ist bekannt, dass einige Knorpel, wie die Cartilago thyreoidea, die Rippenknorpel, an einzelnen Stellen ihrer Intercellularsubstanz fein, asbestartig gestreift erscheinen. Auch darauf dürfen wir hinweisen, dass durch den unter den Gebilden der Bindesubstanz so häufig wiederkehrenden Verknöcherungs- und Erhärtungsprozessen morphologische Veränderungen hervorgerufen werden. Bei der Verwandlung des Knorpels in Knochen scheint die typische und individuelle Differenzirung vorzuschreiten; in den harten Sehnen des Krebses beobachten wir leichte Zersplitterung der Masse bis zu Fasern von der Dünnheit einer Fibrille des Bindegewebes, während die regelmässig längsgestreiften weichen Sehnen desselben Thieres schwerer spalt-

---

*) Daher haben sich, wie mir scheint, auch die verschiedenen Ansichten über die Stellung einzelner Bandscheiben herausgestellt.

bar sind und nur breitere Fasern darstellen lassen. Die bindegewebeartigen Gebilde scheinen also auch noch während des Lebens der ausgebildeten Organismen an manchen Stellen, sowohl hinsichtlich der typisch-genetischen Differenzirung als in Betreff der individuellen Entwickelung, einer fortschreitenden Bewegung zu unterliegen. Sie unterscheiden sich in dieser Beziehung, wie es vorläufig den Anschein hat, von dem Verhalten der Organismen in ihrer Totalität, und lassen daher die Klassifikation und Charakteristik nach den bezeichneten Erscheinungen nur annäherungsweise ausführen.

Zum Schluss dieser Abhandlung sei es erlaubt, einen Blick auf diejenigen charakteristischen Erscheinungen und Verhältnisse der Bindesubstanz zu werfen, welche gemeinschaftlich mit den angeführten morphologischen an den Gebilden hervortreten.

In chemischer Hinsicht ist namentlich durch die ausgezeichneten Forschungen *J. Müller's* bereits nachgewiesen, dass der grösste Theil jener Gebilde, welche unter dem Namen „Bindesubstanz“ aufgeführt wurden, unter die Abtheilung „leimgebende Gewebe“ vereinigt werden könne. Wenn wir einzelne Gebilde, die durch ihre geringe Anhäufung im Körper, so wie wegen der Schwierigkeit der Präparation der chemischen Untersuchung weniger zugänglich sind, desgleichen das Bindegewebe der wirbellosen Thiere ausnehmen, so hat *J. Müller* die verschiedenen histologischen Formen der Bindesubstanz aus allen Hauptgruppen richtig zusammengestellt. Zugleich hat sich aber auch gezeigt, dass die Beschaffenheit des Leimes und namentlich auch die Leichtigkeit, wie derselbe durch Kochen aus den einzelnen Gebilden gewonnen wird, sehr verschieden ist. Obgleich die chemischen Untersuchungen nicht über die Wirbelthiere hinaus ausgedehnt wor-

den sind, so haben die Untersuchungen dennoch gelehrt, dass selbst morphologisch sehr nahe stehende Gebilde der Bindesubstanz chemische Verschiedenartigkeiten offenbaren. So stimmen die Knorpel der Säugethiere und anderseits die der Knorpelfische chemisch nicht überein; diejenigen Bandscheiben ferner, welche mikroskopisch sehr dem gewöhnlichen Bindegewebe ähnlich sind, unterscheiden sich von demselben chemisch. Gleichwohl haben sich bei allen Verschiedenheiten in den Mischungsverhältnissen der einzelnen Gebilde der Bindesubstanz doch auch wiederum Uebereinstimmungen und Verwandtschaften zahlreich herausgestellt, so dass der Chemiker schon von Leimsorten spricht, die bald mehr dem von *Müller* entdeckten Chondrin, bald mehr dem Tischlerleim gleichen. Hierzu kommt noch eine dritte Hauptform des chemischen Zustandes bindegewebartiger Gebilde, diejenige nämlich, welche in dem noch unentwickelten Unterhaut-Zellgewebe vorgefunden wurde und Pyin genannt ist. Unsere Erfahrungen gehen sogar noch weiter. Man weiss, dass das Pyin allmählich durch verschiedene chemische Zustände (wir erinnern daran, dass der Leim, bereitet aus den Häuten junger Thiere, durch seine Auflöslichkeit im kalten Wasser vor demjenigen des Bindegewebes erwachsener Thiere sich auszeichnet) zu Kollagen (Marchand) sich verwandele, dass ferner der das Chondrin beim Knochen erzeugende Stoff bei der Ossifikation gleichfalls in Kollagen übergehe.

In den angeführten Erscheinungen möchte die Andeutung wohl nicht zu verkennen sein, dass die Gebilde der Bindesubstanz, während sie ganz allgemein als leimgebend bezeichnet worden, zunächst ebenso verschieden sich darstellen nach der chemischen Konstitution, wie nach den morphologischen Eigenschaften, dass denn diese Einzelnheiten wiederum nähere und entferntere Uebereinstimmungen zeigen, dass

endlich diese Uebereinstimmungen und die Differenzen einer Genesis unterliegen und unter einander sogar durch ein genetisches Band zusammengehalten erscheinen. In der That, es liegen hier bereits Beobachtungen vor, welche es möglich erscheinen lassen, dass man auch in den Mischungsverhältnissen der leimgebenden Gewebe eine Betrachtungsweise im Sinne des genetischen Zusammenhanges, wie bei den morphologischen Phänomenen, bei erweiterten Erkenntnissen würde ausführen können. Das Aufsuchen dieser chemischen Differenzirungsreihe und das Bestimmen derjenigen Mischungsveränderungen, welche neben denselben einherschreitend einem jeden Gebilde auf seiner chemischen Entwickelungsstufe eigenthümlich zukommen, wird aber erst dann mit Erfolg geschehen können, wenn die Chemie zwei möglichst von einander abweichende Gebilde der Bindesubstanz auf ihre allmählig fortlaufende chemische Entwickelung genauer untersucht, die Reihenfolge der chemischen Differenzirungszustände auf diese Weise sich gesichert, und durch vergleichende Abstraktion das chemische Entwickelungsgesetz der leimgebenden Gewebe, so wie den Charakter der einem jeden Gebilde eigenthümlich angehörenden Veränderung erkannt haben wird. Gerade bei der Bindesubstanz, bei welcher die vergleichende Naturforschung wegen der Einfachheit der Verhältnisse die morphologischen Erscheinungen so übersichtlich darzulegen vermochte, dürfte eine gleiche Betrachtungsweise auch für die chemischen Zustände am leichtesten gelingen. Die gewonnenen Resultate würden nicht allein einen höchst wichtigen Beitrag zur Charakteristik und Klassifikation der bindegewebeartigen Gebilde liefern, sondern auch eine Vorstellung geben können, wie Form und Mischung der organischen Materie gemeinschaftlich den Differenzirungsplan durchlaufen, und überhaupt die erste Grundlage zu einer Betrachtungsweise legen,

die mit der wesentlichsten Eigenschaft der Organismen im innigsten Zusammenhange steht und gleichwohl von der physiologischen Chemie noch wenig berücksichtigt worden. Gegenwärtig lässt sich für die Klassifikation und Charakteristik der Gebilde der Bindesubstanz nur das aus den bekannten Mischungsverhältnissen entnehmen, dass die erste, zweite und dritte Gruppe gemeinhin zu den Chondrigen-haltigen, die vierte dagegen zu den Kollagen-haltigen Geweben zu rechnen sind.

In physikalischer Beziehung zeichnet sich die Bindesubstanz gegenüber den meisten Geweben des Körpers durch einen grösseren oder geringeren Grad einer festeren Konsistenz aus. Diese Festigkeit kann noch dadurch vermehrt werden, dass die Bindesubstanz, wie es scheint das einzige Gewebe des thierischen Körpers, durch Imprägnation von Kalksalzen und anderen mineralischen Stoffen, die auf eine noch unerklärliche Weise mit der Grundsubstanz und den etwa vorhandenen Zellen-Rudimenten vereiniget werden, zu einem knöchernen oder knochenharten Gebilde sich verwandelt. Die Ossifikation und Erhärtung der Substanz ist nicht an ein bestimmtes Gebilde oder an eine bestimmte genetische Gruppe der Bindesubstanz gebunden, wenn auch allerdings bei den Wirbelthieren am gewöhnlichsten die knorpelartigen Gewebe ossifiziren. Sehr häufig verknöchern auch die Sehnen und bei den wirbellosen Thieren im Hautskelete eine Substanz, welche genetisch dem Bindegewebe näher steht, als der Knochen-Knorpel.

Die Bindesubstanz besitzt Elastizität, obschon im verschiedenen Grade bei den verschiedenen Gebilden. Eigenthümlich ist ferner ihre Neigung aus freien Stücken sich in Falten und Runzeln zu legen, was wohl gleichfalls als eine physikalische Eigenschaft betrachtet werden muss. Vielleicht

ist diese Eigenthümlichkeit mit dem Umstande in Verbindung zu bringen, dass die Bindesubstanz eine kompakte Masse darstellt, welche durch Verschmelzung zweier verschiedener Bestandtheile, der Intercellularsubstanz und der Zellen, entstanden ist. Wo diese Verschmelzung in dem Grade erfolgt ist, dass keine Heterogenität in der Materie zurückbleibt, da würde die Neigung der Substanz, unter sonst geeigneten Verhältnissen aus freien Stücken sich zu runzeln und zu falten, nicht angetroffen werden, wie etwa in der Membrana-Demoursii. Wenn aber die Verschmelzung der Intercellularsubstanz mit den Zellen, zu welchem Grade der Verkümmerung der letzteren sie auch gediehen sein mag, noch eine für uns vielleicht nicht unterscheidbare Heterogenität in der Materie zurücklässt, dann sind die Bedingungen vorhanden, unter welchen wir uns einigermaassen die freiwillige Falten- und Runzel-Bildung vorstellen können, so meistentheils in dem gewöhnlichen Bindegewebe, in dem Faserknorpel. — Dass die leichte Spaltbarkeit einiger Gebilde der Bindesubstanz öfters zugleich mit einer vorausgegangenen eigenthümlichen Entwickelung von länglichen Zellen angetroffen werde, darauf haben wir wiederholentlich aufmerksam gemacht. — Die Bindesubstanz erscheint in feinen Lamellen entweder ganz durchsichtig oder doch wenigstens durchscheinend.

Unter den Gebilden der Bindesubstanz wird dem Bindegewebe in manchen Gegenden des Körpers Kontraktilität in dem Sinne, wie sie die Muskelfibrillen besitzen, zugeschrieben*). Diese Irritabilität des Bindegewebes ist in dem Modus der Kontraktion, so wie in dem Verhalten gegen Reize von

*) Das eigenthümliche Gewebe in den Corpora cavernosa penis des Pferdes besteht, wie schon *J. Müller* gezeigt, aus wirklichen Fasern, welche morphologisch und chemisch mit den organischen ungestreiften Muskelfasern übereinstimmen.

derjenigen verschieden, die an den Muskeln beobachtet wird. *Henle* hat sogar (Allgem. Anat. p. 590) in der Ansicht, dass sowohl das Bindegewebe als das eigenthümliche Gewebe der Venen- und Arterienhäute aus präformirten freien Fasern bestehen, die beiden letzteren in das Bereich des Muskelfasergewebes hinübergezogen, und sowohl in morphologischer wie in funktioneller Beziehung eine Stufenleiter nachzuweisen sich bemüht. Sowohl nach den Form- als Mischungsverhältnissen sind Bindegewebe, Venen- und Arterienhäute, gänzlich von dem Muskelgewebe zu trennen. In Betreff der Irritabilität des Bindegewebes, welches ja auch ohne faserigen Bau irritabel sein könnte, dürfte die Frage zunächst zu entscheiden sein, ob dieselbe mit der Kontraktion, in Folge deren Falten und Runzeln im Bindegewebe erzeugt werden, zusammenfalle, oder ob sie davon verschieden sei, und dann wahrscheinlicherweise eine den Längsdurchmesser der Falten unter einem rechten Winkel schneidende Richtung haben müsste. Diese letztere Ansicht wäre diejenige, welche bei der Annahme eines faserigen Baues des Bindegewebes auch die Richtung enthielte, in welcher man sich bisher Kontraktion der angeblichen Fasern gedacht. Gleichwohl hat es seine Schwierigkeit, zwei sich so entgegengesetzte Bewegungen in einer und derselben Substanz festzusetzen und überhaupt sich vorzustellen. Fällt dagegen die Irritabilität des Bindegewebes mit der Kontraktion zusammen, die die Falten und Runzeln bildet, so ist wiederum die Vorstellung von einer vitalen Energie nicht festzuhalten, da die Neigung des Bindegewebes sich zu falten und zu runzeln, auch nach dem Tode und selbst in Weingeistpräparaten noch fortbesteht. Es müssten ferner auch noch viele andere Gebilde der Bindesubstanz, wie z. B. der Knorpel, Faserknorpel, als irritabel bezeichnet werden, sobald die Neigung zur Runzel und Faltenbil-

dung vorherrscht. Die Ansicht von der Irritabilität des Bindegewebes möchte daher wohl noch manche Zweifel zu beseitigen haben, bevor ihre Existenz als gesichert angesehen werden kann. Nothwendig erscheint übrigens diese Forderung vorläufig nicht, da die Erscheinungen, welche man auf die Irritabilität des Bindegewebes bezieht, sehr wohl durch die dem Bindegewebe beigemischten Spiralfasern hervorgerufen sein könnten.

Wichtig ist die Bedeutung der Bindesubstanz für die Organisationsverhältnisse zusammengesetzter thierischer Organismen. Man denkt sich die zusammengesetzten Organismen in morphologischer Beziehung bestehend aus näheren und entfernteren Bestandtheilen. Beginnen wir die Zusammensetzung mit den histologischen elementaren Formbestandtheilen, so wie dieselben in einer grösseren Gesammtheit (Epithelien), oder in kleineren Partieen (wie z. B. die Muskelfibrillen), oder endlich einzeln (Ganglienkugeln, Ovula, Nervenfasern (?)) mit andern histologischen Gebilden, namentlich mit Gefässen und Nerven zusammentreten, und entweder sogenannte Organe und Systeme, oder grössere oder kleinere Bestandtheile derselben bilden. Auf diese Weise entstehen aus den histologischen Formbestandtheilen theils mehr unmittelbar und einfach, theils in Folge weiterer Kompositionen mit anderen Geweben und durch Verbindung der dadurch gebildeten Organtheilchen und ganzer Organe eine grössere oder geringere Anzahl von *v. Bär* sogenannter Primitiv-Organe, aus welchen, wie aus seinen nächsten und fundamentalen Bestandtheilen der Genesis entsprechend der ganze Organismus zusammengesetzt gedacht werden muss. Dasjenige Gebilde nun, welches die histologischen elementaren Formbestandtheile in einer grösseren Gesammtheit, oder in kleineren Partieen oder einzeln mit den anderen histologischen

Formbestandtheilen, namentlich mit den Nerven und Gefässen, verbindet, jede Art der Komposition vermittelt und das Ganze zusammenhält, dieses Gebilde ist die Bindesubstanz. Während daher an keiner Stelle des Körpers die verschiedenen histologischen Formbestandtheile unter einander in gegenseitiger unmittelbarer Berührung sich befinden, sondern überall durch die Bindesubstanz in mittelbarer Verbindung erhalten werden, so ist es dagegen diese letztere, die Bindesubstanz, welche mit allen übrigen histologischen Formbestandtheilen in unmittelbaren Kontakt geräth. Die einzigen bis jetzt bekannten Ausnahmen von der letzteren Regel machte das Blut und die Lymphe, welche überall, von ihren eigenthümlichen Gefässwandungen umgeben, durch das Bindegewebe mit den übrigen Gebilden in Verbindung gebracht werden. Die einzelnen Gebilde der Bindesubstanz bilden ferner unter sich in einem Organismus ein kontinuirlich zusammenhängendes Ganze; hier ist kein Theilchen, was getrennt von den übrigen bestände. Da nun die Bindesubstanz in den verschiedenen Gegenden des zusammengesetzten Organismus gewöhnlich auch auf sehr verschiedener histologischer Differenzirungsstufe angetroffen wird und mit eigenthümlicher Ausprägung auftritt, so liegt uns hier ein Beispiel einer unterbrochenen Differenzirungsreihe vor, deren Glieder kontinuirlich unter einander zusammenhangen. Gleichwohl wird dadurch keine *kontinuirliche Entwickelungsreihe* erzeugt, da jedes Glied für sich mit eigenthümlicher Ausprägung an Ort und Stelle sich entwickelt, und mit seinem Substrate nicht die Entwickelung des daneben liegenden Gebildes der Bindesubstanz bedingt. (Vergl. die Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung.)

Die Bedeutung der Bindesubstanz als verbindendes Mittelglied der Bestandtheile eines zusammengesetzten Organis-

mus kann zunächst rein mechanisch aufgefasst werden, in welchem Falle es einer Substanz vergleichbar ist, welche Theile zusammenkittet. Die Bindesubstanz besitzt in dieser Hinsicht sehr geeignete Qualitäten. Obschon aus Zellen ursprünglich gebildet, ist sie durch die Vermittelung der Intercellularsubstanz ein formloses Gebilde, und vielleicht das einzige Gewebe des Körpers von festerer Beschaffenheit, das diese Eigenthümlichkeit offenbart. Vermöge dieser Eigenschaft ist sie qualificirt, die verschiedensten Formen anzunehmen, wie es die zu verbindenden Bestandtheile erfordern. Sie kann in den dünnsten Lamellen, in den feinsten Fasern und auch wiederum in kompakten Massen von beliebiger Umgrenzung auftreten. Die Gebilde der Bindesubstanz haben ferner sehr verschiedene Grade von Konsistenz und Festigkeit, die vom zähen Zustande bis zum knochenharten, wie in der Skeletbildung, sich steigern kann; sie sind elastisch, legen sich leicht in Falten und Runzeln, und können demnach lockere und nachgiebigere, oder feste und straffe Verbindungen verwirklichen. Die Bindesubstanz kann endlich innerhalb der Grenzen des histologischen Entwickelungsgesetzes ihren Zustand sehr mannichfaltig verändern, und so überall als Bindemittel denjenigen gleichsam wählen, der den Zuständen der zu verbindenden Theile entspricht.

Bei der Verbindung histologisch verschiedener Bestandtheile des Körpers durch die Bindesubstanz findet niemals eine kontinuirliche Fortsetzung der ersteren in die letztere Statt, sondern überall nur Kontakt. Im lebendigen normalen Zustande scheint dieser Kontakt sehr innig zu sein. Das Epithelium lässt sich nur mit Mühe und wohl niemals vollständig von der äussersten Schicht des darunter liegenden Bindegewebes loslösen. Die Angaben, dass das Epithelium im normalen Zustande in grösseren Partieen vollständig von

seiner bindegewebeartigen Grundfläche z. B. im Magen, in den Drüsen u. s. w., sich abtrenne, sind nicht zuverlässig. In leichterer Weise möchten sich Zellen und Stückchen des Epithelium von den *bindegewebartigen* Grundflächen wohl nur da loslösen, wo dieselben abnorm geworden sind und ihren Platz neu gebildeten Zellen eingeräumt haben. Nach dem Tode und bei eingetretener Veränderung der Substanzen geht die Abtrennung der Epithelien von der Bindesubstanz, desgleichen der Muskelfibrillen von ihrer primitiven Scheide, ziemlich leicht von Statten.

Bei der Verbindung der näheren und entfernteren Formbestandtheile des Körpers zu einem Ganzen unterhält die Bindesubstanz mit denselben entweder eine theilweise oder eine allseitige Berührung. Dieses Verhältniss tritt am deutlichsten hervor, wenn wir auf die entfernteren Bestandtheile zurückgehen. So umgiebt die Bindesubstanz vollständig die elementaren histologischen Formbestandtheile entweder einzeln bei den Eiern der Wirbelthiere, bei den Nervenfasern, Ganglienkugeln, Fettzellen, oder in Partieen bei den primitiven Muskelbündeln (als primitive Scheide). Sie steht dagegen nur in theilweiser Berührung mit den Epithelial- und Drüsen-Zellen, wo also die histologischen Formbestandtheile mit einem Theile ihrer Wandung im Inneren des Körpers oder aussen an demselben frei stehen. Dasselbe Verhältniss wiederholt sich in den näheren Bestandtheilen. Die Epithelien in ihrer Gesammtheit, desgleichen alle Drüsenzellen einer Drüse haben nur eine theilweise Berührung mit der Binde-Substanz. Die sekundären Muskelbündel und die ganzen Muskeln, das Wirbelsystem in seiner Gesammtheit, desgleichen das ganze Gefässsystem, das Nervensystem, das Parenchym der Drüsen ist als Ganzes und in seinen zusammengesetzteren Bestandtheilen allseitig von der Bindesubstanz um-

geben. Obgleich die Bedingungen zu einer theilweisen Berührung der Bindesubstanz mit den die Organismen zusammensetzenden Bestandtheilen im wirklichen Sinne nur da möglich ist, wo, wie bei den Drüsenzellen und Epithelien, eine freie Fläche des Körpers innen oder aussen dargeboten wird: so kann der Anschein einer solchen Verbindung auch an der umhüllenden Bindesubstanz dadurch entstehen, dass dieselbe, den Organisationsverhältnissen entsprechend, in einzelnen Gegenden sich massenhafter anhäuft, und wohl gar einen von dem übrigen umhüllenden Gewebe mehr abweichenden histologischen Differenzirungszustand annimmt. Derartige Verhältnisse bieten sich dar in dem Balkengewebe der Corpora cavernosa des Penis, der Milz, vor allem aber in der Skeletbildung des Wirbelthieres. Hier kann man sich das Skelet allein als die Bindesubstanz der Muskeln des Wirbelsystems untereinander vorstellen, in welchem Falle, z. B. bei den Intercostalmuskeln, das Bild einer einseitigen Berührung aufgefasst werden kann. Oft und fast gewöhnlich ist die Bindesubstanz für ein Organ oder System als ein einseitiges, für ein anderes als ein umhüllendes Bindeglied anzusehen. So ist der Canalis vertebralis eine umhüllende Bindesubstanz für das Central-Nervensystem, mit den Muskeln des Wirbelsystems dagegen steht es nur theilweise in Berührung; die fascia superficialis umhüllt das ganze Wirbelsystem und verbindet dasselbe mit der cutis, mit welcher es anderseits einseitige Berührungsflächen unterhält. Das Mesenterium zeigt sich als theilweises Verbindungsglied zwischen dem Tubus intestinalis und dem Wirbelstamm; für die in ihm befindlichen Nerven, Gefässe, Drüsen, stellt es eine umhüllende Bindesubstanz vor, u. s. w. Man sieht leicht ein, dass die bestimmung, ob die Bindesubstanz bei den näheren und mehr zusammengesetzten Bestandtheilen als umhüllendes oder theil-

weise verbindendes Mittelglied zu betrachten sei, ganz davon abhängen wird, welche Bestandtheile in der Zusammensetzung als verbunden aufgefasst, und auf welche die hauptsächlichste Rücksicht bei der Bestimmung genommen wird.

Nur ein Umstand möchte noch zu erwähnen sein. Wir haben die Bindesubstanz ihrer ursprünglichen Bedeutung nach als dasjenige Gebilde des Körpers hingestellt, welches die übrigen Bestandtheile untereinander in Verbindung zu erhalten hat. Dieselbe nimmt in dieser Eigenschaft den Organisationsverhältnissen der Organe oder Systeme entsprechende Formen an, und ist in solchen Gegenden nicht selten durch eine verschiedene Ausbildung von den in der Nähe befindlichen und mit ihm vielfach continuirlich zusammenhängenden Gebilden der Bindesubstanz ausgezeichnet. Schon in den Drüsen, an den Schleimhäuten tritt die Tunica propria, die intermediäre Membran, in solcher Weise hervor. In vielen anderen Gegenden des Körpers findet Aehnliches Statt; am hervorstechendsten aber giebt sich die Eigenthümlichkeit in der Skeletbildung kund. Solche Partieen der Bindesubstanz sind wir dann gewohnt, aus dem kontinuirlichen Verbande der übrigen Bindesubstanz herauszunehmen, und dieselben als selbstständige Bestandtheile neben die nicht bindegewebeartigen hinzustellen. Es ist diese Betrachtungsweise nach nebenhergehenden Rücksichten bedingungsweise wohl zu gestatten, wenn auch die Bindesubstanz in ihrer ganzen Ausbreitung im Organismus ursprünglich nur als der *verbindende* Bestandtheil desselben angesehen werden müsste, und an den oben bezeichneten Gegenden auch von diesem Gesichtspunkte aus gedeutet werden kann. Wie dem auch sei, so leuchtet doch ein, dass unter den erwähnten Umständen neue Verbindungsverhältnisse aufgefasst werden können, deren verbindendes Mittelglied die Bindesubstanz bleibt, und

deren zu verbindende Glieder theils einzelne Partieen der Bindesubstanz, theils ein Gebilde der letzteren und ein anderer Bestandtheil des Körpers darstellen. Auch hier kann die Verbindung durch eine theilweise Berührung des verbindenden Gewebes mit den zu verbindenden Gliedern oder durch umfangreichere und umhüllende ausgeführt sein. Als Beispiele können dienen, die Verbindung der Wirbelkörper durch die Cartilagines intervertebrales, die Verbindung der sogenannten Drüsenelemente durch das parenchymatöse Bindegewebe der Drüsen, die Verbindung des Muskels durch die Sehne mit dem Knochen. Es versteht sich, dass, wo Gebilde der Bindesubstanz untereinander durch ein anderes Gebilde der Bindesubstanz verbunden aufgefasst werden, die Berührungsflächen nur scheinbar existiren und in der Wirklichkeit durch alle drei Glieder hindurch kontinuirlicher Zusammenhang stattfindet. Dadurch unterscheidet sich dieses Verbindungsverhältniss wesentlich von solchen, wo die Gebilde der Bindesubstanz mit anderen Bestandtheilen der Körper in Berührung gerathen.

Bei der Verbindung von Bestandtheilen durch ein Verbindungsmittel ist in mechanischer Hinsicht gemeinhin die Begründung der Haltbarkeit und Festigkeit eine Beziehung, die sich mehr oder weniger deutlich darin geltend macht. Auch in der Bindesubstanz ist dieses Moment von grosser Wichtigkeit. In sehr vielen Fällen sind die Gebilde der Bindesubstanz von festerer Konsistenz, als die zu verbindenden Theile; hier muss sich die mechanische Funktion derselben, Haltbarkeit und Festigkeit in dem ganzen Organismus und in den einzelnen Bestandtheilen zu begründen, um so auffallender zu erkennen geben. Es erscheint hier die Bindesubstanz einem Gerüste oder dem Fachwerke eines Gebäudes vergleichbar, welches sich hauptsächlich als Träger

der Theile darstellt und das Moment der Verbindung mehr oder weniger in den Hintergrund treten lässt. An den Gebilden der Bindesubstanz im Organismus sind solche Verhältnisse in mannigfaltiger Weise ausgeprägt; am Auffallendsten erkennen wir dieses dann, wann sich die Bindesubstanz in dem Organismus in bestimmten Systemen zu einem Skelet ausbildet.

Die Bindesubstanz ist aber nicht allein als ein mechanisches Bindemittel aufzufassen, sondern steht zugleich als ein Zwischenglied da, welches die gegenseitige Wirksamkeit der näheren und entfernteren Bestandtheile des Organismus unter einander und zu einem Ganzen vermittelt und unterhält; sie ist, so zu sagen, ein organisches, vitales Verbindungsmittel im Organismus. Wie nothwendig die Forderung dieser Auffassung der Bindesubstanz auch sein mag, so ist gleichwohl eine genauere Erörterung wegen Mangel an Thatsachen noch nicht möglich. Wir beschränken uns hauptsächlich darauf, einige Erscheinungen anzugeben, unter welchen die bezeichnete Thätigkeit der Bindesubstanz auftritt. Am deutlichsten erkennbar liegen dieselben bei den Muskelaktionen vor. Ueberall, wo Bestandtheile des Körpers durch die Muskeln bewegt werden, ja bei der Fortbewegung des ganzen Körpers durch dieselben, ist es die durch die einzelnen Bestandtheile und durch den ganzen Körper im kontinuirlichen Zusammenhange stehende Bindesubstanz und deren einzelne Gebilde, welche bei der Aktion der Muskeln vermittelnd eingreifen und die Bewegung derselben auf die zu bewegenden Theile fortpflanzen. Die Muskelfibrillen liegen in grösseren und kleineren Partieen oder vielleicht einzeln in ihren bindegewebeartigen Scheiden und Hüllen vollkommen abgeschlossen da. Durch die Kontraktion derselben wird zunächst immer eine Lageveränderung dieser bindegewebeartigen Scheiden

bewirkt. Durch die Ortsveränderung der Scheiden wird dann die Bewegung auf die mit derselben kontinuirlich zusammenhängenden Gebilde der Bindesubstanz, seien es Sehnen, Aponeurosen, Beinhaut mit dem Knochen, gewöhnliches umhüllendes Bindegewebe u. s. w. fortgepflanzt, und in weiterem Verfolge erst die Lageveränderungen anderer Bestandtheile des Körpers, welche von der Bindesubstanz umhüllt oder mit derselben in theilweiser Berührung stehen, veranlasst.

In einer anderen Art spricht sich die vermittelnde Thätigkeit der Bindesubstanz bei der im Organismus so ausgebreiteten Wechselwirkung der Nerven und des Blutes in seinen Gefässen mit den übrigen Bestandtheilen des Körpers aus. Im eigentlichen Sinne ist wenigstens bei den Wirbelthieren kein Theil des Organismus gefäss- und nervenlos zu nennen. Es sind nur Unterschiede darin gegeben, ob die Gebilde des Körpers allseitig oder nur an einer Seite (Epithelien, Drüsenzellen etc.), ob ferner die primitiven Bestandtheile in grösseren Partieen (primitiven Muskelbündeln) oder einzeln (Ovula) mit den Nerven und Gefässen in Wechselwirkung stehen. Wie sich dieses auch verhalten mag, an keiner Stelle des Körpers berühren die Nerven und Gefässe unmittelbar die Gebilde, sondern die Bindesubstanz ist das vermittelnde Glied, ist Träger derselben, und die Wechselwirkung muss überall durch sie hindurchgehen. Ueber die Tunica propria der Drüsenelemente, über die intermediäre Haut der Schleimhäute, über die Kapsel der ovula, über die primitive Scheide der primitiven Muskelbündel tritt keine Nervenfaser, kein kapillares Gefäss hinüber. Die Bindesubstanz dagegen ist dasjenige Gebilde des Körpers, welches unmittelbar alle übrigen Formbestandtheile, nähere und entferntere, auch die Nervenfaser und die Gefässe, berührt, wie bereits oben auseinandergesetzt wurde. Welcher Art die Ver-

mittelung sei, die die Bindesubstanz bei Wechselwirkung der Nerven auf die übrigen Bestandtheile des Körpers, ferner bei der Ernährung und Sekretion, etwa durch ihren Einfluss bei den Diffusionen des Blutplasma, ausübe, darüber liegen keine Fakta vor. Wir begnügen uns hier auf dieses Verhältniss aufmerksam zu machen und die Glieder zu bezeichnen, welche dasselbe bilden. Für weitere Untersuchungen möchte wohl das Verhältniss der Bindesubstanz bei den Diffusionen im Organismus einer näheren Bestimmung am leichtesten entgegensehen.

Bei der Frage nach der Armuth und dem Reichthum der Bindesubstanz an Gefässen und Nerven haben wir zu unterscheiden, ob die Gebilde derselben als Träger der Gefässe und Nerven für andere Bestandtheile, oder als Bestandtheile an sich auftreten. Im ersteren Fall muss die Beantwortung der Frage mit den Gebilden, Organen, Systemen in Beziehung gebracht werden, für welche die Gefässe und Nerven in der Bindesubstanz bestimmt sind. Als Bestandtheil des Körpers an sich kann die Bindesubstanz nur arm an Gefässen und Nerven genannt werden, die wohl nur dem Umsatz von Stoffen dienen mögen. Am deutlichsten giebt sich dieses an den Aponeurosen, Bändern, Sehnen, Knorpeln u. s. w. zu erkennen. Bei dem Gefässreichthum der Knochen ist die Beziehung zum Medullitium zu berücksichtigen. Uebrigens treffen wir hinsichtlich der Vertheilung und Verbreitung der Gefässe und Nerven der Bindesubstanz auf dieselben Unterschiede, die hierin auch bei den für andere Bestandtheile des Körpers bestimmten Gefässe und Nerven bemerkbar sind. Die Gebilde der Bindesubstanz werden entweder von den ihnen eigenthümlichen Gefässen und Nerven durchsetzt, oder sie verlaufen daneben nur auf einer Seite, wie z. B. an dem Hautskelet der wirbellosen Thiere.

Wollte man ins Einzelne gehen, so liesse sich die Bedeutung der Bindesubstanz als organisches Verbindungsmittel an jedem Ort im Organismus neben der rein mechanischen Beziehung leicht nachweisen. Wo man nur eine besondere Funktion an den Bestandtheilen des Körpers aufgefasst hat, da stellt sich die in der Nähe befindliche Bindesubstanz als ein thätig vermittelndes Glied dar. Inzwischen mag das Angeführte genügen und schliesslich nur noch einige Worte über die Bedeutung der Bindesubstanz als formgebendes Gebilde des Organismus hier ihren Platz finden. Es wurde schon erwähnt, dass die Bindesubstanz als histologisches Gebilde an sich keine eigenthümliche Form, wie etwa die Epitheliumzellen, die Fasernetzgebilde, die Muskelfibrillen u. s. w. besitze. Es verdankt diese Eigenschaft vorzugsweise der bei seiner Bildung betheiligten Intercellularsubstanz. Als Bestandtheil des zusammengesetzten Organismus hingegen nimmt es die verschiedensten Formen an, wie es die übrigen Bestandtheile des Körpers, nähere und entferntere, ja wie es der gesammte Organismus erfordert. Denkt man sich daher die übrigen Bestandtheile des Körpers hinweg, so bildet die zurückbleibende Bindesubstanz in ihrer Kontinuität ein Gerüste, an welchem nicht nur die allgemeinste Form des ganzen Organismus, sondern auch seiner Organe und Systeme, ja selbst einzelner histologischer Bestandtheile, sofern dieselben nur vollständig von den Gebilden der Bindesubstanz umhüllt sind, vorgefunden werden können. Mit Recht konnte man dieses Gerüste benutzen, um daran die allgemeine Struktur der Drüsen, des Wirbelsystems, ja der morphologischen Typen ganzer Thiere und selbst Thierabtheilungen zu demonstriren. Dabei dürfen wir jedoch niemals vergessen, dass die Formen der Gebilde der Bindesubstanz im Einzelnen und in der Gesammtheit nur ein Ab-

druck sind von den Formen derjenigen Bestandtheile, in welchen die typische Bildung eines Organes, Systemes, oder eines ganzen Organismus dem Wesen nach ausgesprochen ist, und demgemäss nur an diesen, in deren Dienst die Bindesubstanz steht, richtig erkannt und gewürdigt werden kann.



Berichtigungen: Pag. 25 Z. 11 v. o. streiche „sich"
„ 48 „ 12 v. u. lies „diesen Deutungsweisen" für „Deutungsweisen"
„ 120 „ 2 v. o. „ „die erstere" für „den ersteren"
„ 151 „ 1 v. u. „ „Sehnenfasern" für „Muskelfasern".